



# El Colegio de Veracruz

**“Diagnóstico y gestión socioambiental de tres humedales urbanos para su conservación y obtención de servicios ambientales en el municipio de Xalapa, Veracruz, México”**

**TESIS**

que para obtener el grado de  
**Maestro en Desarrollo  
Regional Sustentable**

Presenta

**Diego Alejandro Junca Gómez**

Dirección:

**Dr. José Luis Marín Muñiz**

Codirección:

**Dra. María Elizabeth Hernández Alarcón**

Xalapa de Enríquez, Veracruz, México - Noviembre 2022



**MAESTRÍA EN DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE**  
*Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) Generación 2020-2022*

---

**“Diagnóstico y gestión socioambiental de tres humedales urbanos para su conservación y obtención de servicios ambientales en el municipio de Xalapa, Veracruz, México”**

---

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE QUE PRESENTA:**

**BIÓL. DIEGO ALEJANDRO JUNCA GÓMEZ**

Desarrollo Rural y Urbano Sustentable  
Manejo sustentable de ecosistemas y gestión ambiental urbana

---

**Dirección:** Dr. José Luis Marín Muñiz. El Colegio de Veracruz

**Codirección:** Dra. María Elizabeth Hernández Alarcón. Instituto de Ecología A.C

---

Xalapa, Veracruz.

Noviembre, 2022



Secretaría Académica

Xalapa, Veracruz, 8 de julio de 2022.  
Oficio Ref. SA-077/2022.

C. Diego Alejandro Junca Gómez  
Estudiante de Maestría en Desarrollo Regional Sustentable  
El Colegio de Veracruz

En respuesta a su solicitud para registrar su trabajo de tesis titulado: "DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL DE TRES HUMEDALES URBANOS PARA SU CONSERVACIÓN Y OBTENCIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO", bajo la CoDirección del Dr. José Luis Marín Muñoz, Académico de El Colegio de Veracruz y de la Dra. María Elizabeth Hernández Alarcón, investigadora Titular adscrita a la Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, le informo que ha sido aceptado como Tesista de Maestría del 1 de junio de 2022 al 15 de marzo del 2023.

Deseo hacer notar que su aceptación como tesista no implica ningún compromiso laboral por parte del Instituto de Ecología, A.C.. Asimismo, le recuerdo que adquiere la obligación de dar crédito al Instituto de Ecología, A.C., cuando la tesis sea presentada para la obtención del grado. De igual manera, en cualquier publicación o presentación en reuniones científicas en las que se expongan resultados de este trabajo, deberá señalar claramente que se trata de un trabajo en colaboración con el Instituto.

Al finalizar la tesis, deberá entregar a sus CoDirectores de tesis una copia del acta de examen profesional y al menos un ejemplar de la tesis a la biblioteca institucional. Le recordamos que deberá generar su ORCID ID el cual es un requisito para reportar su trabajo de tesis.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente



Dr. Gerardo Mata Montes de Oca  
Secretario Académico

GMMDO/gmr





## CONSTANCIA

Por este medio hago constar que la  
**DRA. MARÍA ELIZABETH HERNÁNDEZ ALARCÓN**  
 desempeñó y cumplió las funciones inherentes como

**CODIRECTORA DE TESIS**  
 en el Examen de Grado del

**C. Diego Alejandro Junca Gómez**

Dentro del programa de **Maestría en Desarrollo Regional Sustentable** que se imparte en El Colegio de Veracruz, programa actualmente está inscrito en el PNPC del CONACYT.

El 28 de noviembre de 2022 el C. **Diego Alejandro Junca Gómez** presentó el Examen de Grado mediante defensa oral de la tesis: **"Diagnóstico y gestión Socioambiental de tres humedales urbanos para su conservación y obtención de servicios ambientales en el municipio de Xalapa, Veracruz, México"**.

Para los fines que a la interesada convengan, se extiende la presente en la ciudad de Xalapa a los nueve días del mes de diciembre del año dos mil veintidós.

ATENTAMENTE

**Mtra. María del Carmen Célis Pérez**  
 Subdirectora Académica  
 El Colegio de Veracruz



El Colegio de  
 Veracruz





## El Colegio de Veracruz

Clave de Institución: 30MSU0253M

### ACTA DE EXAMEN DE GRADO

En la ciudad de Xalapa-Enriquez, Veracruz de Ignacio de la Llave, siendo las trece horas del día veintiocho del mes de noviembre del año dos mil veintidós, reunidos en sus instalaciones de Carrillo Puerto N° 26, Zona Centro, los integrantes del Jurado -----



- Presidente: DR. JOSÉ LUIS MARÍN MUÑIZ
- Secretario: DRA. MARÍA ELIZABETH HERNÁNDEZ ALARCÓN
- Vocal: DR. HUGO LÓPEZ ROSAS

para examinar a: -----

**DIEGO ALEJANDRO JUNCA GÓMEZ**

quién en virtud de haber cumplido con las normas establecidas por esta Casa de Estudios, presenta para su defensa la tesis: -----

**“DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL DE TRES HUMEDALES URBANOS PARA SU CONSERVACIÓN Y OBTENCIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO”**

a efecto de obtener el Grado de Maestro en Desarrollo Regional Sustentable. A continuación, el sustentante fue examinado por cada uno de los integrantes del Jurado, quienes después de deliberar, resolvieron declararlo: -----

Aprobado con mención honorífica

El Presidente del Jurado le dio a conocer el resultado obtenido, procediendo a tomarle la protesta de rigor. Terminado el acto, se procedió a levantar la presente Acta en tres tantos, registrándose como original en el libro N° 01 de Actas de Examen de Grado de la Maestría en Desarrollo Regional Sustentable, firmando para constancia quienes en él intervinieron. -----

Folio N° M-0302

Firma del sustentante

\_\_\_\_\_  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Vocal

La suscrita, Coordinadora Académica de El Colegio de Veracruz, **C E R T I F I C A**: que las firmas fueron estampadas en su presencia.

Xalapa-Enriquez, Ver., a 28 de Noviembre de 2022.

MTRA. MARÍA DEL CARMEN CELIS PÉREZ

## Integrantes del H. Jurado

La presente tesis titulada “**Diagnóstico y gestión socioambiental de tres humedales urbanos para su conservación y obtención de servicios ambientales en el municipio de Xalapa, Veracruz, México**”, realizada por el Biol. Diego Alejandro Junca Gómez, ha sido aprobada y aceptada por el H. Jurado abajo firmante como requisito parcial para obtener el grado de:

### “MAESTRO EN DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE”

PROPIETARIO



Dr. José Luis Marín Muñiz

PROPIETARIO



Dra. María Elizabeth Hernández Alarcón

PROPIETARIO



Dr. Hugo López Rosas

SUPLENTE



Dra. Irma Zitácuaro Contreras

SUPLENTE



Dr. Gonzalo Ortega Pineda

## Informe de Originalidad

A quien corresponda: Por medio de la presente, le comunico que la tesis de la estudiante Diego Alejandro Junca Gómez, del programa de Maestría en Desarrollo Regional Sustentable (2020-2022) ha sido verificada con el software Plagiarism Detector© reportando un **92.13%** de originalidad del documento. Por lo que acorde a la legislación vigente es **APROBADA** para continuar con su titulación.

Sin más por el momento, me despido de usted enviándole saludos cordiales.

Mtra. María del Carmen Celis Pérez

Subdirectora Académica

El Colegio de Veracruz

**El presente trabajo se realizó en la Academia de Desarrollo Regional Sustentable de El Colegio de Veracruz y en la Red de Manejo Biotecnológico de Recursos del Instituto de Ecología A.C, bajo la dirección del Dr. José Luis Marín Muñiz y la Dra. María Elizabeth Hernández Alarcón. Recibió financiamiento del proyecto CONACYT- PRONAI 316500**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios. Por permitirme vivir y poder generar experiencias de aprendizaje y desarrollo propio.

A mi mamá Mercy Gómez y mi papá Carlos Junca por el apoyo incondicional y aporte de valores durante el desarrollo de mi vida como profesional y humano, quienes han sido el pilar fundamental de lo que soy hoy en día.

A el Colegio de Veracruz (COLVER) por permitirme ser parte de la academia en Desarrollo Regional Sustentable y darme la oportunidad de aprender y poner en práctica mis conocimientos.

Al instituto de Ecología A.C. (INECOL) por darme la oportunidad de seguir siendo parte de esta institución y poder aportar de manera significativa a la ciencia.

Al CONACYT por brindarme la beca de maestría con número de CVU 1115981.

A la Dra. María Elizabeth Hernández Alarcón por brindarme constante apoyo en las diferentes dificultades y aportar en el desarrollo educativo y personal desde la licenciatura. Así mismo, por su apoyo incondicional durante mi proceso formativo desde la guía y motivación.

Al Dr. José Luis Marín Muñiz, por aportar significativamente en el proceso de aprendizaje en las ciencias sociales y diferentes campos que se anclan a mis intereses profesionales y laborales.

Al Biól. Alejandro Hernández Sánchez, Técnico del INECOL por su acompañamiento en el desarrollo de las actividades de campo.

A la Maestra Isabel Patricia Bello Hidalgo, Técnica del proyecto PRONAI por su acompañamiento en el desarrollo de las actividades de campo.

Al proyecto CONACYT- PRONAI 316500 por el aporte en los recursos económicos para el desarrollo de la investigación.

## RESUMEN

Uno de los problemas actuales que enfrentan los humedales urbanos en México, es el impacto negativo generado por las actividades antropogénicas, que incluyen principalmente al desarrollo urbano, cambio del uso del suelo, contaminación del agua, así como, la omisión de la responsabilidad y el desconocimiento que tienen los habitantes sobre la importancia de preservar y conservar estos ecosistemas. Las poblaciones humanas, por lo general, se asientan en sus márgenes y, en el caso de las ciudades, los patrones de crecimiento y urbanización generan alteraciones socio ambientales que impactan negativamente a la biodiversidad de estos, causando el deterioro de las comunidades biológicas que habitan en ellos, ocasionando la pérdida de estos importantes ecosistemas. Ante lo anterior, en este trabajo se realizó un diagnóstico socioambiental y se diseñó una estrategia de gestión ambiental para la conservación de tres humedales urbanos del municipio de Xalapa, Veracruz, México, **estos son:** Humedal Parque Molinos de San Roque (HPMSR), Humedal Campo de Tiro (HCDT), Humedal Lomas Santa Fe (HLSF).

En cada uno de estos sitios, se establecieron puntos estratégicos de muestreo con base al área, las variables medidas en cada humedal fueron, el nivel del agua superficial, variables fisicoquímicas de la calidad del agua y componentes de la diversidad de aves. La diversidad de aves difirió significativamente entre estaciones y sitios de estudio ( $P \leq 0.05$ ), los humedales presentaron abundancias, riquezas e índices de diversidad ( $H'$  con valores medios/bajos) durante las cuatro estaciones climáticas. Hubo más especies residentes que migratorias, siendo la riqueza y abundancia menor en otoño-invierno que en primavera-verano, y superior en humedales con mayor área y mejor estado de conservación. Los resultados del nivel y calidad del agua presentaron niveles de agua desde 0 hasta 80 cm de altura sobre el suelo y concentraciones máximas de nitritos:  $0.96 \text{ mg L}^{-1}$ , nitratos:  $1.17 \text{ mg L}^{-1}$ , fosfatos:  $1.72 \text{ mg L}^{-1}$ , sulfatos:  $21.36 \text{ mg L}^{-1}$  y amonio:  $41.20 \text{ mg L}^{-1}$ , lo cual se infiere que las aguas superficiales de los humedales estudiados, presentan contaminación alta y condiciones eutróficas, esto de acuerdo con los criterios ecológicos de calidad del agua, difiriendo significativamente entre los puntos de muestreo y estaciones climáticas evaluadas ( $P \leq 0.05$ ). Se concluye que existe una influencia estacional sobre el nivel del agua, sobre las variables fisicoquímicas medidas en agua superficial, y sobre la abundancia, riqueza y diversidad de especies de aves; Los patrones estacionales generan una variación en la comunidad.

Esto indica que los humedales urbanos de Xalapa, a pesar del efecto de la urbanización y actividades antropogénicas a que están expuestos, siguen conservando su estructura y funcionamiento. Por lo que se recomienda establecer estos ecosistemas dentro de las áreas naturales protegidas (ANP) en la ciudad, rehabilitarlos y poder obtener de manera adecuada sus servicios ambientales.

Con respecto al diagnóstico social en las colonias aledañas de cada humedal (Colonia Lomas del Seminario – HPMSR), (Colonia Maver – HCDT) y (Colonia 6 de junio y Lomas Santa Fe - HLSF). La recopilación de información, se realizó mediante la implementación de una entrevista semiestructurada casa por casa (n 195), con preguntas abiertas y cerradas. Esta comprendió tres secciones: (1) antecedentes personales del jefe de hogar, (2) el conocimiento general sobre humedales y (3) la percepción de los servicios ambientales. Los resultados revelan que los humedales urbanos no son percibidos al 100% como sitios benéficos. Solo algunos servicios como aire limpio y recreación fueron principalmente percibidos como parte de los beneficios del humedal. Las percepciones negativas de los humedales fueron los malos olores, presencia de mosquitos y que son sitios donde se arroja basura y escombros, que paradójicamente son el resultado de las propias actividades antropogénicas de la población. La inseguridad fue, un aspecto predominante percibido para las zonas de estudio. La mayoría de los habitantes de las colonias aledañas a los tres humedales no conocen los términos de humedal ni servicio ambiental. Sin embargo, si conocen otros términos como ciénega o pantano y reconocen algunos servicios ambientales de los humedales bajo el término de ventajas o beneficios de estos. El desconocimiento sobre los ecosistemas de humedales, sus servicios ambientales y en las acciones de conservación/preservación en la población que vive en las zonas aledañas a ellos ha repercutido en la perturbación de los humedales urbanos en Xalapa. De acuerdo con las percepciones, se resalta la necesidad de fortalecer la acción colectiva entre los habitantes para un bien común en cada uno de los humedales. Se concluye que existe necesidad de efectuar educación ambiental sobre humedales a la población de Xalapa.

Con respecto al diseño y ejecución de una estrategia de gestión ambiental para la conservación de tres humedales urbanos en la ciudad de Xalapa, se propuso implementar charlas itinerantes, sobre la conservación de los humedales urbanos y sus servicios ambientales a la población en general (n 41) en dos parques públicos (Los Lagos y Tecajetes) de la ciudad. Este proceso se

dividió en tres pasos consecutivos (1) diseño del cuestionario de diagnóstico y evaluación (2) aplicación de charlas de educación ambiental (3) análisis y tratamiento de los datos. Los resultados mostraron, que el conocimiento de la población fue similar en los dos puntos de muestreo. Durante el diagnóstico, la sociedad no tenía un conocimiento exacto de qué son los humedales, sus servicios ambientales y acciones de mitigación de impacto. Ante lo anterior, fue posible identificar, que el conocimiento de la sociedad incrementó de manera positiva después de recibir las charlas (al menos a corto plazo). Se encontraron diferencias significativas entre las preguntas realizadas en el diagnóstico y la evaluación entre los sitios ( $P \leq 0.05$ ). Se concluye, que la implementación de propuestas de educación ambiental no formal a manera de charlas, brinda un espacio ameno y abre puertas para fortalecer la participación y el conocimiento de la población, en búsqueda de la conservación y uso adecuado de estos ecosistemas en Xalapa.

**Palabras clave:** *Abundancia, diversidad, educación ambiental, fisicoquímicos, percepción, riqueza.*

## ABSTRACT

One of the current problems facing urban wetlands in Mexico is the negative impact generated by anthropogenic activities, which mainly include urban development, change in land use, water pollution, as well as the omission of responsibility and the ignorance that the inhabitants have about the importance of preserving and conserving these ecosystems. Human populations generally settle on their margins and, in the case of cities, growth and urbanization patterns generate socio-environmental alterations that negatively impact their biodiversity, causing the deterioration of the biological communities they inhabit. In them, causing the loss of these important ecosystems. Given the above, in this work a socio-environmental diagnosis was made and an environmental management strategy was designed for the conservation of three urban wetlands in the municipality of Xalapa, Veracruz, Mexico, these are: Parque Molinos de San Roque Wetland (HPMSR), Wetland Shooting Range (HCDT), Lomas Santa Fe Wetland (HLSF).

In each of these sites, strategic sampling points were established based on the area, the variables measured in each wetland were the level of surface water, physicochemical variables of water quality and components of bird diversity. The diversity of birds did differ significantly between seasons and study sites ( $P \leq 0.05$ ), the wetlands presented abundances, richness and diversity indices ( $H'$  with medium/low values) during the four climatic seasons. There were more resident than migratory species, with richness and abundance lower in autumn-winter than in spring-summer, and higher in wetlands with larger areas and better conservation status. The results of the level and quality of the water presented water levels from 0 to 80 cm above the ground and maximum concentrations of nitrites:  $0.96 \text{ mg L}^{-1}$ , nitrates:  $1.17 \text{ mg L}^{-1}$ , phosphates:  $1.72 \text{ mg L}^{-1}$ , sulfates:  $21.36 \text{ mg mg L}^{-1}$  and ammonium:  $41.20 \text{ mg L}^{-1}$ , which infers that the surface waters of the wetlands studied, present high contamination and eutrophic conditions, this according to the ecological criteria of water quality, did differ significantly between the sampling points and seasons evaluated ( $P \leq 0.05$ ). It is concluded that there is a seasonal influence on the water level, on the physicochemical variables measured in surface water, and on the abundance, richness and diversity of bird species; Although no significant differences were found in the latter, seasonal patterns generate variation in the community. This indicates that the urban wetlands of Xalapa, despite the effect of urbanization and anthropogenic activities to which they are exposed, continue to maintain their structure and function. Therefore, it is recommended to establish these

ecosystems within the protected natural areas (ANP) in the city, rehabilitate them and be able to obtain their environmental services in an adequate manner.

Regarding the social diagnosis in the surrounding neighborhoods of each wetland (Colonia Lomas del Seminario - HPMSR), (Colonia Maver - HCDT) and (Colonia 6 de Junio and Lomas Santa Fe - HLSF). Information was collected through the implementation of a semi-structured house-to-house interview (n 195), with open and closed questions. This comprised three sections: (1) personal background of the head of household, (2) general knowledge about wetlands and (3) perception of environmental services. The results reveal that urban wetlands are not 100% perceived as beneficial sites. Only some services such as clean air and recreation were mainly perceived as part of the benefits of the wetland. The negative perceptions of the wetlands were the bad smells, the presence of mosquitoes and that they are places where garbage and debris are thrown, which paradoxically are the result of the population's own anthropogenic activities. Insecurity was a predominant aspect perceived for the study areas. Most of the inhabitants of the neighborhoods surrounding the three wetlands do not know the terms of wetland or environmental service. However, they do know other terms such as *ciénega* or marsh and recognize some environmental services of wetlands under the term of advantages or benefits of these. Lack of knowledge about wetland ecosystems, their environmental services and conservation/preservation actions in the population living in the areas surrounding them has had repercussions on the disturbance of urban wetlands in Xalapa. According to the perceptions, the need to strengthen collective action among the inhabitants for a common good in each of the wetlands is highlighted. It is concluded that there is a need to carry out environmental education on wetlands for the population of Xalapa.

Regarding the design and execution of an environmental management strategy for the conservation of three urban wetlands in the city of Xalapa, it was proposed to implement itinerant talks on the conservation of urban wetlands and their environmental services to the population in general (n 41 ) in two public parks (Los Lagos and Tecajetes) in the city. This process was divided into three consecutive steps (1) design of the diagnosis and evaluation questionnaire (2) application of environmental education talks (3) analysis and treatment of the data. The results showed that the knowledge of the population was similar at the two sampling points. During the diagnosis,

society did not have an exact knowledge of what wetlands are, their environmental services and impact mitigation actions. Given the above, it was possible to identify that the knowledge of society increased positively after receiving the talks (at least in the short term). However, significant differences were found between the questions asked at diagnosis and assessment between sites ( $P \leq 0.05$ ). It is concluded that the implementation of non-formal environmental education proposals in the form of talks, provides a pleasant space and opens doors to strengthen the participation and knowledge of the population, in search of the conservation and proper use of these ecosystems in Xalapa.

**Keywords:** *Abundance, diversity, environmental education, physicochemicals, perception, wealth.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	10
<b>1. INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>29</b>
<b>1.1 Antecedentes sobre estudios de humedales urbanos</b> .....	30
<b>1.2 Justificación</b> .....	37
<b>1.2.1 Preguntas de investigación</b> .....	40
<b>1.3 Objetivos e hipótesis del trabajo</b> .....	40
<b>1.3.1 Objetivo general</b> .....	40
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	40
<b>1.3.3 Hipótesis general</b> .....	40
<b>1.3.4 Hipótesis específicas</b> .....	40
<b>1.4 Marco referencial o teórico</b> .....	41
<b>1.4.1 Definiciones, características, componentes de los humedales</b> .....	41
<b>1.4.1.1 Vegetación en humedales urbanos</b> .....	41
<b>1.4.1.2 Fauna en humedales urbanos</b> .....	42
<b>1.4.1.3 Calidad de agua en humedales urbanos</b> .....	43
<b>1.5 Percepción social y servicios ambientales</b> .....	44
<b>1.5.1 Percepción social</b> .....	44
<b>1.5.2 Servicio ambiental</b> .....	45
<b>1.6 Estrategias para la conservación de humedales urbanos</b> .....	45

	17
<b>1.6.1 Comunicación y divulgación ambiental</b> .....	45
<b>1.6.2 Educación ambiental para la conservación</b> .....	46
<b>1.6.3 Capacitación ambiental</b> .....	47
<b>1.6.4 Participación socio ambiental</b> .....	47
<b>1.7 Estructura general del trabajo</b> .....	48
 <b>CAPÍTULO II. VARIACIONES TEMPORALES DEL NIVEL, CALIDAD DE AGUA Y COMUNIDADES DE AVES EN TRES HUMEDALES URBANOS DE XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.</b> .....	 <b>49</b>
<b>Resumen</b> .....	49
<b>2. Introducción</b> .....	53
<b>2.1 Pregunta de investigación</b> .....	55
<b>2.2 Objetivo de la investigación</b> .....	55
<b>2.3 Hipótesis de la investigación</b> .....	55
<b>2.4 Materiales y métodos</b> .....	55
<b>2.4.1 Región de estudio</b> .....	55
<b>2.4.2 Técnica e instrumentos para el levantamiento de datos</b> .....	57
<b>2.4.2.1 Diagnóstico de avifauna</b> .....	57
<b>2.4.2.2 Análisis fisicoquímico de calidad de agua y nivel del agua</b> .....	58
<b>2.4.3 Análisis de los datos</b> .....	59
<b>2.4.3.1 Análisis de datos diagnóstico de avifauna</b> .....	59

2.4.3.2 Análisis de datos diagnóstico nivel y calidad de aguas .....	60
<b>2.5 Resultados del diagnóstico de avifauna .....</b>	<b>60</b>
2.5.1 Composición y estructura de la comunidad de aves por sitio de muestreo y estación climática .....	60
2.5.2 Abundancia y riqueza de la comunidad de aves para cada sitio entre estaciones	61
2.5.2.1 HPMSR .....	61
2.5.2.2 HLSF .....	63
2.5.2.3 HCDT .....	65
2.5.3 Abundancia y riqueza de la comunidad de aves para cada estación entre los tres sitios .....	67
2.5.3.1 Estación climática otoño .....	67
2.5.3.2 Estación climática invierno .....	68
2.5.3.3 Estación climática primavera .....	70
2.5.3.4 Estación climática verano .....	71
<b>2.6 Discusión diagnóstico de avifauna .....</b>	<b>73</b>
<b>2.7 Resultados perfil del agua .....</b>	<b>78</b>
2.7.1 Nivel del agua durante un año (2021 – 2022) .....	78
2.7.1.1 HPMSR .....	78
2.7.1.2 HLSF .....	79
2.7.1.3 HCDT .....	80

	19
<b>2.8 Discusión nivel del agua</b> .....	81
<b>2.9 Resultados calidad del agua</b> .....	83
<b>2.9.1 Concentración de Nitritos (N-NO<sub>2</sub>)</b> .....	83
<b>2.9.2 Concentración de Nitratos (N-NO<sub>3</sub>)</b> .....	85
<b>2.9.3 Concentración de Fosfatos (P-PO<sub>4</sub>)</b> .....	87
<b>2.9.4 Concentración de Sulfatos (SO<sub>4</sub>)</b> .....	89
<b>2.9.5 Concentración de Amonio (N-NH<sub>4</sub>)</b> .....	91
<b>2.10 Discusión calidad del agua</b> .....	93
<b>2.11 Conclusiones</b> .....	97
<b>CAPÍTULO III. PERCEPCIONES SOCIALES SOBRE LOS HUMEDALES URBANOS Y SUS SERVICIOS AMBIENTALES EN XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO</b> .....	<b>99</b>
<b>Resumen</b> .....	99
<b>3. Introducción</b> .....	103
<b>3.1 Pregunta de investigación</b> .....	104
<b>3.2 Objetivo de la investigación</b> .....	104
<b>3.3 Hipótesis de la investigación</b> .....	104
<b>3.4 Metodología</b> .....	105
<b>3.4.1 Región de estudio</b> .....	105
<b>3.4.1.1 Técnicas e instrumentos para levantamiento de datos</b> .....	106
<b>3.4.1.2 Análisis de los datos</b> .....	107

<b>3.5 Resultados y discusión .....</b>	<b>108</b>
<b>3.5.1 Sección de antecedentes personales del jefe de hogar.....</b>	<b>108</b>
<b>3.5.2 Sección de conocimiento sobre humedales .....</b>	<b>110</b>
<b>3.5.3 Sección prestación de servicios ambientales.....</b>	<b>120</b>
<b>3.5.4 Conocimiento y percepción, sobre la conservación, protección y manejo sustentable de humedales urbanos en Xalapa.....</b>	<b>127</b>
<b>3.5.5 Problemáticas sociales que resaltó la población en cada sitio de estudio .....</b>	<b>130</b>
<b>3.6 Conclusiones .....</b>	<b>131</b>
 <b>CAPÍTULO IV. CHARLAS ITINERANTES DE EDUCACIÓN SOBRE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS HUMEDALES URBANOS DE XALAPA PARA PROMOVER SU CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE .....</b>	 <b>133</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>133</b>
<b>4. Introducción.....</b>	<b>136</b>
<b>4.1 Preguntas de investigación .....</b>	<b>138</b>
<b>4.2 Objetivos del trabajo.....</b>	<b>138</b>
<b>4.3 Hipótesis del trabajo .....</b>	<b>139</b>
<b>4.5 Metodología .....</b>	<b>139</b>
<b>4.5.1 Región de estudio .....</b>	<b>139</b>
<b>4.5.2 Técnicas e instrumentos para levantamiento de datos .....</b>	<b>140</b>
<b>4.5.3 Análisis y tratamiento de los datos.....</b>	<b>140</b>

<b>4.6 Resultados charlas itinerantes de educación ambiental .....</b>	<b>141</b>
<b>4.6.1 Charlas itinerantes de educación ambiental Los Lagos .....</b>	<b>141</b>
<b>4.6.2 Charlas itinerantes de educación ambiental Tecajetes .....</b>	<b>142</b>
<b>4.7 Discusión charlas itinerantes de educación ambiental .....</b>	<b>143</b>
<b>4.8 Conclusiones .....</b>	<b>144</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES .....</b>	<b>145</b>
<b>5. Conclusiones y recomendaciones capítulo II, III, IV .....</b>	<b>145</b>
<b>Literatura citada .....</b>	<b>149</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>163</b>

## **LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

**ANP:** Área Natural Protegida.

**EA:** Educación Ambiental.

**CONAGUA:** Comisión Nacional del Agua.

**SEMARNAT:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**HPMSR:** Humedal Parque Molinos de San Roque.

**HCDT:** Humedal Campo de tiro.

**HLSF:** Humedal Lomas de Santa Fe.

**VIR:** Valores de Importancia Relativa.

**IPA:** Importance-Performance Analysis.

**NOM:** Norma Oficial Mexicana.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de los sitios de estudio en la región urbana del municipio de Xalapa, Veracruz, México. ....	56
<b>Figura 2.</b> Proporción de especies residentes y visitantes. R: Residentes, VUE: Visitantes una estación, VDE: Visitantes dos estaciones. ....	61
<b>Figura 3.</b> Nivel del agua anual (2021-2022) (HPMSR).....	79
<b>Figura 4.</b> Nivel del agua anual (2021-2022) (HLSF).....	80
<b>Figura 5.</b> Nivel del agua anual (2021-2022) (HCDT) .....	81
<b>Figura 6.</b> Concentración en $\text{mg L}^{-1}$ de nitritos ( $\text{N-NO}_2$ ) durante un año (2021-2022). Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas( $d^*,e^*,f^*,g^*$ ) y entre sitios ( $a^*,b^*,c^*$ ).....	84
<b>Figura 7.</b> Concentración en $\text{mg L}^{-1}$ de nitratos ( $\text{N-NO}_3$ ) durante un año (2021-2022). Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas ( $d^*,e^*,f^*,g^*$ ) y entre sitios ( $a^*,b^*,c^*$ ).....	86
<b>Figura 8.</b> Concentración en $\text{mg L}^{-1}$ de fosfatos ( $\text{P-PO}_4$ ) durante un año (2021-2022). Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas ( $d^*,e^*,f^*,g^*$ ) y entre sitios ( $a^*,b^*,c^*$ ).....	88
<b>Figura 9.</b> Concentración en $\text{mg L}^{-1}$ de sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) durante un año (2021-2022). Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas ( $d^*,e^*,f^*,g^*$ ) y entre sitios ( $a^*,b^*,c^*$ ). ....	90
<b>Figura 10.</b> Concentración en $\text{mg L}^{-1}$ de amonios ( $\text{N-NH}_4$ ) durante un año (2021-2022). Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas ( $d^*,e^*,f^*,g^*$ ) y entre sitios ( $a^*,b^*,c^*$ ).....	92

<b>Figura 11.</b> Rango de población masculina y femenina.....	108
<b>Figura 12.</b> Nivel de estudios terminados en la población muestreo. ....	109
<b>Figura 13.</b> Respuestas afirmativas/negativas sobre conocer que es un humedal.....	110
<b>Figura 14.</b> Frecuencia de respuestas afirmativas/negativas sobre conocer que es un humedal en los tres sitios de estudio. Letras diferentes con asterisco refleja diferencias significativas.....	111
<b>Figura 15.</b> Imágenes de referencias para ubicar a los entrevistados sobre los sitios de estudio en la región urbana de Xalapa, Veracruz, México.....	111
<b>Figura 16.</b> Respuestas sobre el cómo los entrevistados conocían acerca de los humedales. . Las palabras con mayor tamaño hacen referencia a las palabras mayormente mencionadas.....	112
<b>Figura 17.</b> Respuestas afirmativas/negativas sobre saber si el humedal que colindaba con su vivienda estaba protegido por alguna entidad gubernamental.....	114
<b>Figura 18.</b> Respuestas afirmativas/negativas sobre conocer que es un servicio ambiental. ....	121
<b>Figura 19.</b> Ventajas de contar la presencia de humedales percibidas por los entrevistados en (HLSF, 19a), (HPMSR, 19b) y (HCDT, 19c).....	123
<b>Figura 20.</b> Desventajas sobre la presencia de humedales, percibidas por los entrevistados en (HLSF, 20a), (HPMSR, 20b) y (HCDT, 20c).....	124
<b>Figura 21.</b> Interés de los entrevistados (n 65 en cada sitio de estudio) en la participación de actividades informativas y de educación ambiental sobre los humedales de Xalapa. ....	126
<b>Figura 22.</b> Ubicación de los sitios de estudio en la región urbana del municipio de Xalapa, Veracruz, México.....	139
<b>Figura 23.</b> Charlas de educación ambiental Los Lagos. Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre la frecuencia de la respuesta (a*,b*). ....	141

**Figura 24.** Charlas de educación ambiental Tecajetes. Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre la frecuencia de la respuesta (a\*,b\*). ..... 142

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Abundancia y riqueza de especies en HPMSR durante las cuatro estaciones climáticas (2021 - 2022).....	63
<b>Tabla 2.</b> Abundancia y riqueza de especies en HLSF durante las cuatro estaciones climáticas (2021 - 2022).....	65
<b>Tabla 3.</b> Abundancia y riqueza de especies en HCDT durante las cuatro estaciones climáticas (2021 - 2022).....	67
<b>Tabla 4.</b> Abundancia y riqueza de especies de la estación climática otoño entre los tres sitios de estudio.....	68
<b>Tabla 5.</b> Abundancia y riqueza de especies de la estación climática invierno entre los tres sitios de estudio.....	69
<b>Tabla 6.</b> Abundancia y riqueza de especies de la estación climática primavera entre los tres sitios de estudio.....	71
<b>Tabla 7.</b> Abundancia y riqueza de especies de la estación climática verano entre los tres sitios de estudio.....	72
<b>Tabla 8.</b> Respuestas sobre el cómo los entrevistados percibían si el humedal es un terreno baldío u ocioso (HLSF).....	114
<b>Tabla 9.</b> Respuestas sobre el cómo los entrevistados percibían si el humedal es un terreno baldío u ocioso (HPMSR).....	117
<b>Tabla 10.</b> Respuestas sobre el cómo los entrevistados percibían si el humedal es un terreno baldío u ocioso (HPMSR).....	118

<b>Tabla 11.</b> Distribución de frecuencias de las respuestas a la descripción de conservación, protección y manejo sustentable de humedales urbanos en Xalapa de acuerdo con la escala de Likert.....	129
---	-----

**TABLA DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Instrumento de investigación de percepción social.....	163
<b>Anexo 2.</b> Instrumento de investigación de gestión social humedales urbanos en Xalapa – Veracruz (Diagnóstico – Evaluación).....	170
<b>Anexo 3.</b> Infografías de apoyo para las charlas de educación ambiental (Parque los lagos Y Tecajetes). .....	171

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los humedales urbanos son, ecosistemas que interactúan con el medio urbano y son zonas de transición entre ecosistemas terrestres y acuático que están temporal o permanentemente inundadas, reguladas por factores climáticos y están en constante interrelación con los seres vivos que la habitan, donde el agua es el elemento clave que define sus características físicas, vegetales y animales (Acevedo, 2019).

Actualmente, la mitad de la humanidad vive en áreas urbanas. Está previsto que para el año 2050 la población urbana alcance el 68 % a nivel mundial, ya que cada vez más personas se trasladan a las ciudades en busca de trabajo (Convención sobre humedales Ramsar, 2019). Cuando no se controla, la urbanización representa una amenaza para los humedales que quedan dentro de las ciudades. Estos sistemas no solo proporcionan recursos importantes, sino que además prestan servicios ambientales de gran valor para la sociedad (Moreno-Casasola y Warner, 2010).

Los humedales a menudo son drenados, desecados, contaminados o degradados para la obtención de terrenos para vivienda, agricultura e industria. Hoy en día, por su condición de zonas anegadas, los humedales son poco conocidos y apreciados, por lo que frecuentemente se busca transformarlos, pues se tiene la percepción de que son espacios inútiles, que no prestan servicio alguno y además son fuente de enfermedades y malos olores (López, 2012).

Una de las principales causas del deterioro de los humedales urbanos en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México, inadecuadas medidas de manejo y conservación de estos. Las actividades que afectan la preservación y conservación de los humedales urbanos, son la constante ampliación urbana con construcción de infraestructura de vivienda y transporte. La contaminación del agua también afecta a los humedales urbanos, ya que los cuerpos hídricos son usados como transportadores y receptores de desechos, generalmente depositados de forma clandestina. Asimismo, se han alterado sus regímenes hidrológicos, al ser rellenados con escombros de construcción y suelen resultar un área perfecta para vandalismo. Otra afectación negativa es la extracción ilegal de organismos acuáticos y terrestres (Lindig-Cisneros y Zambrano, 2007).

La principal causa de estas acciones es la falta de una administración adecuada, principalmente porque no existen programas de manejo que se establezcan la regulación correspondiente a las políticas, estrategias, zonas y actividades relativas a la conservación, restauración, aprovechamiento e investigación en estos ecosistemas. Los humedales urbanos de Xalapa no cuentan con un reglamento de criterios mínimos encaminados hacia su conservación y

aprovechamiento sustentable, para que se resguarden o restauren sus características ecológicas e hidrológicas. Además, no se promueve el uso racional de estos ecosistemas y además no se promueve una gobernanza para el uso racional de ellos. Ante esta situación, surgen diversas necesidades, entre ellas, hacer cumplir las políticas públicas, que buscan resguardar los humedales urbanos por parte de las autoridades ambientales de los diferentes niveles de gobierno.

Los flujos naturales de agua que reciben los humedales urbanos de Xalapa han sido alterados, esto debido a que los terrenos elevados que eran parte del bosque, fueron ocupados por casas, el agua que naturalmente llegaba a estos sistemas se dirige directamente a los drenajes, generando que estos ecosistemas estén expuestos a las descargas de agua por la introducción de servicios públicos dentro de las colonias aledañas que los abastecen, actuando como operador de aguas residuales; aunado a esto, se suma la problemática del relleno de las zonas para el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera.

Ante estas problemáticas, es necesario contar con un diagnóstico del ambiente físico y biológico de estos ecosistemas con el propósito de conocer el estado ambiental en que se encuentran. También es importante conocer y analizar las percepciones ambientales de los actores que colindan con estos ecosistemas, pues esto ayudaría a establecer estrategias socio participativas viables que permitan promover la conservación de los ecosistemas de humedal en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México.

### **1.1 Antecedentes sobre estudios de humedales urbanos**

Los estudios de humedales urbanos han sido de interés de diversos autores con diferentes objetivos como es la preservación y rehabilitación, así como en las componentes ambientales, económicas y sociales. A continuación, se describen algunos estudios sobre humedales urbanos en diferentes partes del mundo y en México.

Muños-Araya et al. (en prensa) hicieron una caracterización integral del humedal el Loto, ubicado en la comuna de Llanquihue–Chile. La caracterización reconoció a la comunidad como un factor fundamental en el diagnóstico. Llevaron a cabo entrevistas con grupos focales y con los actores principales de las comunidades aledañas al humedal. También hicieron inventarios de biodiversidad, y muestreos del perfil fisicoquímico de la calidad del agua. Los resultados indicaron degradación de la calidad de las aguas, se diagnosticó como un humedal hipereutrófico. La comunidad reconoció los factores de degradación y propusieron acciones para su conservación,

constituyéndose oportunidades para la consolidación de un imaginario ambiente local y una gestión del paisaje con la participación de los actores involucrados.

Zamorano et al. (2016) realizaron estudios de la percepción social de la población beneficiaria de los ecosistemas en el humedal costero Tubul-Raqui de Chile, que fue perturbado por un terremoto. Mediante entrevistas semiestructuradas enfatizándose en la frecuencia de provisión de servicios ambientales y sus cambios futuros. Los datos y métodos aplicados, los replicaron en áreas de alto valor ecológico afectadas por grandes desastres para comprender la importancia de los servicios ambientales luego de una gran perturbación, permitiendo así, comprender las diferencias socioculturales implícitas en función de cada contexto expuesto. Los resultados mostraron que los servicios ambientales percibidos por la población correspondieron a los servicios culturales en un 31%, por el contrario, la categoría de provisión mostró una valoración negativa, donde el 55% de la población participe señaló que dichos servicios nunca son brindados por el ecosistema, sin embargo, se mencionó que los servicios ambientales que podrían incrementar o permanecer en un futuro, serían los de provisión en un 47% y culturales en un 43%, y siendo los de regulación quienes tienen proyección a disminuir, esto, debido a factores ambientales y antrópicos, como sequías, contaminación y desarrollo forestal-industrial.

Torres-Lima et al. (2018) evaluaron las variables socioeconómicas, ambientales y de manejo regional que pueden afectar directa e indirectamente las percepciones de la población local, alterando las preocupaciones de las partes interesadas, para definir las agendas de manejo de humedales urbanos en el humedal San Gregorio de Atlapulco de Xochimilco, Ciudad de México. Utilizando el Análisis de Componentes Principales, evaluaron los factores que influyen en las percepciones socioambientales entre los residentes de humedales urbanos en el contexto del área de chinampa, encontrando que las variables de gestión regional, particularmente las relativas a los canales, las viviendas urbanas y los asentamientos irregulares, tuvieron una importancia significativamente mayor que las variables socioeconómicas y ambientales, e influyen en las percepciones de los residentes sobre los factores que restan valor y promueven la sostenibilidad del humedal urbano.

Los humedales ubicados dentro de las zonas urbanas son un componente integral de los ecosistemas urbanos. La explotación sustentable de los humedales urbanos/periurbanos es esencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este sentido, Das & Basu (2020), investigaron la importancia de los diferentes servicios ecosistémicos en función de la percepción

de los habitantes urbanos mediante un Análisis de Importancia-Rendimiento (IPA), en el humedal urbano de Chatra en India, con el fin de representar el nivel de satisfacción del ciudadano urbano y para categorizar los servicios ecosistémicos basados en el nivel de prioridad. Los resultados revelaron, según la producción de información del IPA, que las personas no están satisfechas con el desempeño de cinco servicios ecosistémicos. Estos son la biodiversidad, el control de inundaciones, el suministro de agua, la identidad y el efecto de enfriamiento. Todos ellos requieren la urgente necesidad de atención a la restauración de la condición ecológica en el área de estudio. En general, la tasa de rendimiento del Humedal Chatra en la actualidad fue percibida por la población urbana como solo el 55.14%. Sin embargo, la tasa de rendimiento percibido varió en cuanto a barrio y aldea. Además, los autores observaron que el apego al lugar y la proximidad al Humedal han hecho un papel vital en la percepción de las personas. Se concluyó, que este enfoque ayudó a revelar la importancia de este humedal para la población urbana, así como para los alrededores locales, identificando su nivel de satisfacción y su disfrute con el espacio azul urbano. También sirvió como base del enfoque ascendente de la gestión ambiental a los responsables de la toma de decisiones al mostrar la demanda de las personas en caso de restauración ecológica del ecosistema.

Venegas y Escobar (2011) desarrollaron una línea del tiempo desde 1949 hasta 2005 de los hechos que fragmentaron los humedales de Bogotá – Colombia. La metodología la llevaron a cabo mediante revisión bibliográfica, triangulación de imágenes y percepción social de los humedales mediante entrevistas, donde principalmente el análisis de cambio de percepción social y su influencia en el proceso de fragmentación de los humedales urbanos presentes en la ciudad, lograron establecer una propuesta de manejo, lineamientos y protección de estos ecosistemas, que están en constante intervención.

Cualquier iniciativa de protección de un ecosistema debe basarse en inventarios y diagnósticos de los sistemas a conservar y gestionar, que permitan el desarrollo de estudios o informes de impacto ambiental para la toma de decisiones. En este sentido, Casas et al. (2003) elaboraron un inventario y diagnóstico preliminar de los humedales almerienses en España, para obtener la planificación de estudios limnológicos y nutrir las iniciativas de conservación. Los autores evidenciaron que la mayoría de las zonas de estudio son parte fundamental de tránsito, alimentación, descanso y nidificación de especies de aves endémicas y migratorias, así también como zonas de cambio en el ciclo hidrológico.

Camacho-Valdez et al. (2020) desarrollaron un análisis espacial con los resultados de diferentes métodos de evaluación de servicios ecosistémicos, los autores se basaron en técnicas de valoración monetaria y en técnicas de valoración sociocultural participativa, aplicadas en las comunidades locales para proporcionar conocimientos útiles y especialmente explícitos sobre la prestación de servicios ecosistémicos de humedales en la llanura aluvial de Usumacinta en México. Su enfoque logró arrojar información valiosa para los tomadores de decisiones ambientales locales, dando a conocer una perspectiva multidimensional sobre las áreas prioritarias para la conservación del capital natural dentro del área de estudio.

Villabona et al. (2018) realizaron un valoración visual e identificación de los humedales urbanos más importantes a nivel local en la ciudad de Cartagena–Colombia con el fin de conocer su estado de conservación y la normativa ambiental que los rige. Se llevaron a cabo, visitas de campo, revisión bibliográfica e identificación de los criterios que afectan de una manera significativa la calidad, como la contaminación por residuos sólidos, eutrofización y aguas residuales. Los autores identificaron que la falta de control respecto al uso del suelo y el desordenado crecimiento de la ciudad de Cartagena es uno de los principales factores que afectan los cuerpos de agua. Los resultados de esta investigación radican en la concientización ambiental y ecológica de las comunidades aledañas a los humedales estudiados, con el fin de que coadyuven a la preservación del medioambiente y de las especies endémicas y migratorias que habitan en cada uno de ellos.

Alvarado (2020) realizó un diagnóstico ambiental para conocer los principales factores que influyen en el proceso de degradación y contaminación ambiental en dos sectores del humedal urbano la Morichera en Vista Hermosa – Meta – Colombia. El autor utilizó una matriz de Vester como herramienta principal para evaluar los impactos ambientales, así como talleres de educación ambiental y jornadas de recolección de residuos sólidos tendientes a la recuperación ecológica del humedal. Los resultados arrojan que las principales causas de degradación del humedal son de origen antrópico y se enfatizan en problemas de contaminación del hábitat, cambio en el uso del suelo y la extracción directa de los recursos bióticos, lo que establece que la urbanización excesiva en el área, la apropiación ilegal de terrenos pertenecientes al humedal se cataloga como un problema crítico en la conservación y preservación del ecosistema.

Marín-Muñiz et al. (2016) indagaron mediante entrevistas semiestructuradas las percepciones sobre los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas de humedales en habitantes de Monte

Gordo, Veracruz. Encontraron que las percepciones sobre los servicios ambientales de los humedales (hábitat de vida silvestre y tratamientos naturales de agua) y uso de los humedales (áreas de basureros) variaron significativamente entre la población, al igual que el análisis reflexivo de nivel generacional. Los informantes clave percibieron que los principales servicios ambientales que los humedales proveen son: productos alimenticios, materia prima para construcción y como atracción turística. La función de humedales como sitios de protección a inundaciones y costas no fue claramente percibida. La pérdida de humedales se percibió como una situación que ha incrementado a través del tiempo en la comunidad, sin embargo, las situaciones que lo han provocado y su importancia a nivel local varió entre los entrevistados con respecto a sus actividades. Los recursos alimenticios y otros servicios de los humedales les atañen de forma colectiva, por lo que recomiendan iniciativas locales de acción colectiva en donde se integre a los habitantes del pueblo, autoridades municipales y a dueños de terrenos que habitan en los terrenos más elevados, cuyas actividades también repercuten en la situación actual de los humedales de Monte Gordo. El estudio concluyó que el uso de las percepciones como herramienta de investigación resulta un elemento clave a considerar para establecer, diseñar y mejorar los programas de educación ambiental, ya que, con dicha herramienta, se analizan los significados, necesidades y problemáticas para proponer una solución más guiada a las problemáticas socioambientales presentes en el territorio.

Hernández y Torres (2015) analizaron la dinámica espacio-temporal en cuanto a la relación del ser humano con la naturaleza en un contexto urbano. Ellos estudiaron las áreas protegidas “Parque Molinos de San Roque y Cerro de la Galaxia” en relación con el crecimiento metropolitano en la ciudad de Xalapa – Veracruz, mediante la recopilación de imágenes aéreas y un análisis micro histórico-geográfico. Los resultados indicaron que, en el interior de las áreas estudiadas, en donde hay menor la afluencia de personas, hubo cierta regeneración de la vegetación; sin embargo, en las periferias se detectó deforestación por las actividades antrópicas. Se concluye que la progresiva invasión humana y el abandono por parte de las autoridades son la mayor amenaza para estas áreas.

Ruiz et al. (2014) realizaron un inventario de árboles y arbustos en el Parque ecológico Molinos de San Roque, Xalapa–Veracruz. Ellos evaluaron los efectos antrópicos de la zona y los efectos que presenta sobre la vegetación de la zona. El estudio lo llevaron a cabo mediante colectas de material biológico y posteriormente su procesamiento en el herbario, donde realizaron la respectiva

identificación taxonómica obteniendo un listado de especies de árboles y arbustos, registrando dos especies arbóreas protegidas y tres categorizadas como amenazas.

Rodríguez et al. (2018) generaron una propuesta de rehabilitación del humedal “Parque Molinos de San Roque” en Xalapa, Veracruz, México, basada en la arquitectura del paisaje, ingeniería ecológica y las percepciones sociales sobre el humedal urbano. El estudio se llevó a cabo mediante muestreos en campo para obtener un análisis eco-hidrológico de la zona y mediante la implementación de entrevistas semiestructuradas para sondear la percepción de la población. Los resultados indicaron las amenazas que presenta el humedal por la falta de conocimiento sobre los beneficios que presentan estos ecosistemas en las ciudades. Los autores concluyeron que en el sitio de estudio es necesario fortalecer el conocimiento de estrategias sustentables óptimas como la ingeniería ecológica, la arquitectura del paisaje y la percepción social para la rehabilitación de estos ecosistemas.

Castillo-Aguilar y Roa-Angulo (2021) presentaron una propuesta teórica de aviturismo y educación ambiental que contribuyó a la conservación y sostenibilidad entre áreas urbanas y naturales enfocada en cuatro humedales urbanos en Bogotá, Colombia. Mediante encuestas semiestructuradas indagaron y analizaron las percepciones de los actores, así mismo efectuaron visitas in-situ para evaluar las condiciones actuales de los humedales con el fin de realizar actividades de observación de aves en los humedales Tibabuyes-Juan Amarillo, Jaboque y Córdoba en la ciudad de Bogotá. En sus resultados proponen estrategias para la creación de conciencia ambiental en niños y la sostenibilidad de los humedales, incluyendo la creación de vías interpretativas con visitas guiadas, talleres, actividades ambientales y la posibilidad de trabajo voluntario, con el fin de obtener beneficios ambientales y financieros, con una planificación y gestión adecuadas.

Hueda et al. (2006) elaboraron un programa de educación ambiental mediante guías metodológicas para instituciones educativas de primaria, relacionado con la conservación de los Humedales de Puerto Viejo, Perú. En este programa los niños adquirieron diversos conocimientos y habilidades a partir del conocimiento y valoración de su medioambiente y recursos naturales. Sus resultados se enfatizaron en que la guía tiene como fin, ser una herramienta útil y dinámica, que brinde a los colegios la posibilidad de crear en sus niños nuevas habilidades, además de sensibilizarlos hacia el desarrollo sostenible: económico, social y ambiental.

Macharia et al. (2011) llevaron a cabo un estudio piloto en dos humedales de las tierras altas en el centro de Kenya para compilar datos de referencia mediante el uso de encuestas de campo, cuestionarios y seminarios posteriores. El estudio mostró que los humedales ofrecen beneficios ecológicos, sociales y económicos que no se aprecian plenamente y, por lo tanto, hay una falta de esfuerzos concertados para abogar por su uso sostenible. Los hallazgos iniciales mostraron que ambos humedales eran ricos en biodiversidad, especialmente aves. Sin embargo, estos ecosistemas estaban experimentando problemas ambientales de degradación por invasión antrópica. Una serie de campañas de sensibilización y educación ambiental del público para sensibilizar a las comunidades locales sobre la importancia de los dos ecosistemas ayudó a cambiar las actitudes y percepciones. Como resultado, la comunidad local se organizó, revivió un grupo comunitario inactivo y creó una empresa de ecoturismo. La educación pública y la conciencia de los beneficios de la conservación de la biodiversidad, la adopción de alternativas fáciles de usar en los humedales y las empresas generadoras de ingresos ofrecen una oportunidad única para gestionar y conservar de manera sostenible los humedales en medio del aumento de la población, la pobreza y los recursos limitados.

En México, la educación ambiental es necesaria para ayudar a la concientización sobre la problemática que enfrentan los humedales en la actualidad. Mazariegos-Linares et al. (2004) llevaron a cabo actividades de educación ambiental en el sistema lagunar de Chantuto el cual fue impartido por El Colegio de la Frontera Sur, mediante pláticas, exposición de videos, juegos y otras actividades escolares para generar conciencia en los niños de nivel primaria sobre la importancia ecológica y económica del cuidado y la preservación de los recursos del humedal en beneficio de las comunidades, logrando mostrar la problemática y acciones para un aprovechamiento racional del humedal y sus recursos.

Camarena et al. (2022) se centraron en un proyecto de educación ambiental que enfatizó el aprecio por la diversidad bio-cultural y los servicios ambientales que prestan los humedales en el Golfo de California, estableciendo como propósito destacar el valor que representan los humedales y su manejo por una comunidad indígena, para la conservación de la biodiversidad. Como estrategia metodológica, diseñaron un instrumento (cuestionario) para indagar diversos aspectos de la educación ambiental y en particular las ventajas que puede tener el participar en las llamadas experiencias educativas “in situ” o “en contexto” y aplicaron un taller de educación ambiental enfocado a la valoración de la diversidad biocultural y los humedales; y una experiencia de

ecoturismo en el Canal del Infiernillo en Territorio del Pueblo Indígena Comcáac. Identificaron diferencias significativas respecto a las bondades, limitaciones o áreas de oportunidad que tiene la educación ambiental en contexto, concluyendo que la aplicabilidad de talleres de educación ambiental frente a dos comunidades es recomendable para reforzar valoraciones positivas respecto a la diversidad biológica y cultural de la zona.

## **1.2 Justificación**

Dado que las políticas dirigidas a la conservación de la biodiversidad pueden tener importantes implicaciones sociales, es necesario desarrollar evaluaciones que incluyan una variedad de aspectos sociales, ecológicos y económicos relevantes y la perspectiva de la población local de lo que es importante preservar (Schmidt, Sachse & Walzm, 2016). El marco de servicios de los ecosistemas puede ayudar a comprender las preferencias de los usuarios y los valores relativos asignados a los servicios de los ecosistemas (De Groot et al., 2012). A su vez, esto proporciona información de apoyo relevante para que los responsables de la formulación de políticas y las partes interesadas tomen decisiones informadas que involucren la asignación de recursos de humedales cuando se enfrenten a usos competitivos (Chaikumbung, Doucouliagos & Scarborough, 2016) y para implementar estrategias de conservación más integradoras y efectivas que reconozcan las necesidades de la población local y los costos económicos de las intervenciones públicas o privadas al reducir las áreas de humedales y, por lo tanto, la disminución de los servicios ambientales que estos proveen (Camacho-Valdez et al., 2020).

Los humedales urbanos de Xalapa, Veracruz a estudiar, (HPMSR), (HCDT) y (HLST) (Figura 1) están impactados y son transformados en áreas urbanas, campos agrícolas, y ganaderos. Aunado a esto, sufren descargas de aguas grises y negras por la introducción de servicios públicos provenientes de las colonias aledañas a cada uno de los humedales, actuando como receptores de aguas residuales, siendo estos un claro ejemplo de la presión y degradación por parte de las diferentes actividades humanas, debido al desconocimiento total de la sociedad aledaña de los servicios ecosistémicos que proveen estos sistemas.

Lo anterior, es debido a la falta de interés de la administración, de las autoridades competentes y de la mala implementación de las políticas dirigidas a la conservación de la biodiversidad en estos ecosistemas. Estas políticas no son tomadas en cuenta de manera sustancial, ya que no hay regulación sobre el manejo correspondiente de las zonas, donde se pueda llevar a cabo actividades relativas al aprovechamiento, protección y conservación de estos sistemas, vinculando

directamente a la sociedad aledaña, con el fin de desarrollar evaluaciones donde se incluyan aspectos ecológicos, sociales y económicos encaminados hacia la sustentabilidad.

Por otro lado, el estudio de la calidad del agua, la riqueza, abundancia y diversidad de especies, son utilizados frecuentemente como indicadores de la biodiversidad y de calidad de hábitat. Dadas las dificultades para estimar la biodiversidad total de los sitios, se ha recurrido a considerar especies sustitutas para estimar la biodiversidad (Estrada-Hernández, 2016), con el fin de orientar la toma de decisiones y seguimiento en relación con la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los ecosistemas de humedal urbanos, ya que requiere de la evaluación del estado ambiental mediante indicadores. Durante este proyecto se llevó a cabo inventarios de biodiversidad de especies de fauna (aves), con el fin de evaluar el estado de la biodiversidad a través de este grupo taxonómico y a la vez valorar su potencial uso práctico como indicador para este tipo de hábitats.

Así mismo, la percepción social establece la relación que existe entre el ser humano y su ambiente, siendo en gran parte el reflejo de sus percepciones ambientales (Lefebvre, 1991). El indagar y analizar la percepción social sobre los humedales urbanos y sus servicios ambientales de la población aledaña a ellos y los actores gubernamentales encargados de su protección, ayudará a obtener información a la hora de tomar decisiones que se desestiman constantemente en documentos donde podría ser de interés en la formulación, gestión y conservación de los ecosistemas a estudiar.

El presente trabajo busca realizar un diagnóstico y gestión socioambiental de tres humedales urbanos para su conservación y obtención de servicios ambientales en el municipio de Xalapa, Veracruz, México. Se espera que este estudio sirva como base en la toma de decisiones de los actores encargados, para impulsar el uso de las percepciones sociales como herramienta de investigación, debido a que resulta como elemento clave a considerar para establecer, diseñar e implementar los programas de educación ambiental, ya que, con dicha herramienta, se analizan las necesidades locales para generar una solución más guiada a las problemáticas presentes en los humedales urbanos. El diseñar estrategias de conservación y difusión de la importancia de los humedales urbanos promoverá un cambio en la percepción de la sociedad y en las acciones para la mitigación de las diferentes problemáticas en que se enmarcan estos ecosistemas.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, esta investigación se alinea a los objetivos de desarrollo sostenible, específicamente con el objetivo 11 de ciudades y comunidades sostenibles,

así como, el objetivo 15 de vida de ecosistemas terrestres, los cuales buscan velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales e integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo y las estrategias de reducción de la pobreza.

Esto se justifica, debido a que los objetivos de la investigación aportan considerablemente a establecer criterios base y eficientes para tomar las medidas necesarias para reducir la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad de los humedales urbanos, que forman parte del patrimonio común, así como, la mitigación y adaptación al cambio climático: Además, el proyecto de investigación aporta en mejorar la sostenibilidad de la ciudad de Xalapa, facilitando el mejoramiento de la planificación y gestión urbana, siendo participativa e inclusiva, con el fin de lograr establecer a los humedales urbanos en estudio como centros ecoturísticos y zonas verdes protegidas para el aprovechamiento sustentable de los mismos.

Por otro lado, siguiendo los criterios de sustentabilidad urbana, mediante el diagnóstico y la gestión socioambiental, el proyecto busca establecer una satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades en los humedales urbanos de Xalapa, Veracruz, México, donde se implemente un progreso integral entre el medio ambiente, la sociedad y la economía local, con el fin de lograr procesos de desarrollo, es por esto, que a nivel nacional el proyecto se alinea con el plan nacional de desarrollo, específicamente en el eje 2 de política social en el objetivo de impulsar un desarrollo sostenible.

Finalmente, el buscar establecer programas, proyectos de conservación y educación ambiental, con el fin de que la ciudad de Xalapa, Veracruz y la sociedad que convive directamente con los humedales urbanos en estudio, logren convivir de manera integral, en armonía y en equilibrio con la biodiversidad presente en los ecosistemas, partiendo del principio de equidad socioambiental, la investigación se alinea con el plan veracruzano de desarrollo, específicamente con el eje 4 de bienestar social, específicamente con el objetivo 12 de garantizar un medio ambiente sano donde los veracruzanos se desarrollen de manera integral, en armonía y equilibrio con la biodiversidad, mediante la preservación y la restauración del patrimonio natural del estado.

### ***1.2.1 Preguntas de investigación***

¿Cuál es el estado ambiental respecto al nivel/la calidad de agua y avifauna de tres humedales urbanos de Xalapa, Veracruz, México?

¿Qué conocimientos tienen los habitantes aledaños acerca de la protección de tres humedales urbanos y sus servicios ambientales?

¿El conocimiento de la sociedad sobre los humedales y sus servicios se incrementará tras la exposición a una campaña de divulgación sobre los beneficios de los humedales?

## **1.3 Objetivos e hipótesis del trabajo**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Realizar un diagnóstico socioambiental y diseñar estrategias de gestión ambiental para la conservación de tres humedales urbanos del municipio de Xalapa, Veracruz, México.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Investigar las variaciones temporales del nivel/calidad del agua y comunidades de aves en tres humedales urbanos de Xalapa, Veracruz, México.

Indagar la percepción social sobre los humedales urbanos y sus servicios ambientales de la población aledaña a ellos.

Diseñar y ejecutar estrategias de divulgación sobre la importancia y los servicios ambientales de los humedales urbanos para promover su conservación/restauración y uso adecuado de estos ecosistemas.

Se desprenden cuatro hipótesis.

### ***1.3.3 Hipótesis general***

Los humedales urbanos de Xalapa se encuentran perturbados por las actividades antropogénicas en la ciudad, por lo que la percepción de los habitantes aledaños al humedal será negativa.

### ***1.3.4 Hipótesis específicas***

1. Debido a las actividades antrópicas, los humedales de Xalapa tienen hidroperíodos cortos y el agua se encuentra contaminada y tiene una diversidad de aves media o baja.

2. La población tiene un desconocimiento de que son los humedales y un servicio ambiental.

3. La implementación de estrategias de divulgación de la importancia de los humedales urbanos generará un cambio en el conocimiento de la sociedad.

## **1.4 Marco referencial o teórico**

### ***1.4.1 Definiciones, características, componentes de los humedales***

Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador de la vida vegetal, animal y su entorno. Están permanente o temporalmente inundados, ya sea por agua dulce, salobre, estancada o corriente, presentando una amplia variedad de hábitats interiores que comparten diferentes características. La Convención sobre humedales Ramsar (2012) los define como “extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancados o corrientes, dulce, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda a seis metros”. Generalmente, se les identifica como áreas que se inundan temporalmente, donde la capa freática aflora en la superficie o en suelos de baja permeabilidad cubiertos por agua poco profunda.

Este tipo de ecosistemas, específicamente en las zonas urbanas son de gran importancia, ya que sirven de protección, debido a los procesos de amortiguamiento de los flujos de agua en temporadas de lluvia intensa, que pueden llegar a ocasionar inundaciones, actuando como zonas de descarga donde se acumula el agua proveniente de las filtraciones y escurrimientos que se producen en los terrenos elevados. Por lo tanto, los humedales son las superficies donde fluye y se acumula el agua (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010). Para lograr una gestión ambiental eficiente de estos sistemas, se requiere contar con una base sólida de los componentes bióticos del medio (González-Elizondo et al., 2011), donde se involucran directamente a la vegetación, fauna y calidad del agua.

#### ***1.4.1.1 Vegetación en humedales urbanos***

Las plantas son uno de los componentes bióticos de los humedales urbanos e intervienen en numerosos procesos que benefician directamente al desarrollo y equilibrio de la vida (Lot y Novelo, 2004). Su diversidad está representada desde especies capaces de tolerar suelos inundados, a especies que pueden desarrollarse tanto en tierra como en agua, hasta plantas adaptadas a vivir completamente sumergidas (Barret, Eckert & Husband, 1993). Sin embargo, a pesar del papel que juegan en el mantenimiento de la biodiversidad, el medio en el que se desarrollan puede dificultar su estudio y observación.

En relación con el grado de dependencia que tienen con el agua, es posible clasificarlas como acuáticas estrictas, subacuáticas y tolerantes (Lot, Novelo & Ramírez-García, 1993). Además, tomando como base la manera en la que las plantas crecen en relación con el agua y el suelo, son categorizadas como emergentes, sumergidas, de hojas flotantes y flotantes (Cronk & Fennessy, 2001), las cuales presentan diferentes adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas que les permiten tolerar y adaptarse a su medio (Tiner, 2012).

En este sentido, la abundante vegetación presente en los humedales urbanos sirve de filtro para los desechos domésticos e industriales, son reguladoras de la calidad del agua, intervienen en los procesos de productividad primaria, aportan detritus al sistema, absorben y liberan nutrientes y facilitan la diversificación de hábitats y alimento faunístico.

#### ***1.4.1.2 Fauna en humedales urbanos***

Los humedales urbanos permiten el desarrollo de un complejo y rico ecosistema con extensas zonas de comunidades vegetales que albergan una gran diversidad de especies animales (Moreno-Bejarano y Álvarez-León, 2003). Estos sistemas cuentan con grupos de fauna sumamente extensos, algunas de ellos temporales y otros permanentes (De la Lanza Espino y García Calderón, 2002). Por las peculiaridades del entorno hacen que la fauna presente sea por lo general endémica y netamente diferenciada de las zonas adyacentes. Las diferentes especies faunísticas de estos sistemas ayudan directamente en el cuidado del ecosistema, sirviendo como dispersores de semillas, controladores biológicos de enfermedades e indicadores de la calidad del agua. Grandes familias de aves, reptiles, insectos, anfibios y mamíferos están exclusivamente adaptadas a este tipo de entorno y dependen de la conservación de la vegetación en el sistema (Rodríguez, 2021).

Las aves, al ser uno de los grupos animales mejor conocidos, poseen una serie de características que las hacen ideales para inventariar comunidades, caracterizar ecosistemas y los hábitats en que residen. Estas características son: el tener un comportamiento llamativo, facilidad de detección y el ser sensibles a perturbaciones de su hábitat; además de que funcionalmente se pueden diferenciar en especies especialistas o generalistas, sensibles o tolerantes, lo que hace que muchas de ellas sean especies indicadoras de calidad de hábitat. Es por que los muestreos de las comunidades de aves son útiles para diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats, su estudio además proporciona un medio rápido, confiable y reproducible de temporada del estado de conservación de la mayoría de los hábitats terrestres y acuáticos (Villarreal et al., 2004).

### ***1.4.1.3 Calidad de agua en humedales urbanos***

La calidad del agua en sistemas lénticos, en este caso, en los humedales urbanos dependen de las características geomorfológicas, geológicas y litológicas de la región, lo cual condiciona las propiedades fisicoquímicas y el uso que se pueda dar al recurso (Sierra-Ramírez, 2011).

Las variables fisicoquímicas de los cuerpos de agua en humedales urbanos pueden encontrarse en constante y permanente cambio en el tiempo y en espacio dependiendo de las condiciones de la cuenca y geomorfología de la región. Estos cambios pueden ser de tipo antrópico o natural. Aunado a lo anterior, cabe resaltar que estas variaciones pueden ser mayores, acorde con los períodos pluviométricos propios de la región (Roldán y Ramírez, 2008).

En ese orden de ideas, las variables fisicoquímicas de mayor importancia en la determinación de la calidad de los cuerpos de agua y considerados en el presente estudio son:

***Nitratos:*** Pueden provenir de las rocas que los contengan o bien por oxidación bacteriana de la materia orgánica, principalmente de las eliminadas por los animales. La concentración aumenta en las aguas superficiales por el uso de fertilizantes y vertimientos de aguas residuales domésticas (Sierra-Ramírez, 2011).

***Nitritos:*** Se forman durante la biodegradación de nitratos, nitrógeno amoniacal u otros compuestos orgánicos nitrogenados y se utiliza como indicador de contaminación fecal en aguas naturales (Molina et al., 2003).

***Sulfitos:*** Son las sales o ésteres del ácido sulfuroso. Se forman al entrar en contacto con disoluciones alcalinas (Allan & Castillo, 2007).

***Sulfatos:*** Se encuentra en casi todas las aguas naturales. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos, y la existencia de residuos industriales. El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia (Sierra-Ramírez, 2011).

***Amonio:*** El amonio es un compuesto inorgánico de nitrógeno que se forma en las depuradoras durante la degradación biológica de compuestos orgánicos de nitrógeno. En presencia de oxígeno, el amonio se puede convertir en nitrato, estableciendo el proceso de nitrificación (Allan & Castillo, 2007).

## 1.5 Percepción social y servicios ambientales

### 1.5.1 Percepción social

La fragmentación de los humedales urbanos ha respondido a una transformación de la percepción social y económica en las ciudades. De acuerdo con el DAMA (2006), los humedales urbanos eran concebidos como basureros y zonas de pantanos, y no se tenía en cuenta su valor paisajístico. Debido al crecimiento urbano, estos ecosistemas fueron perdiendo su área hasta el punto de casi desaparecer (Andrade, 2003). Antiguamente, los humedales eran usados como grandes espacios para la extracción de agua, así como para la recepción de aguas residuales, recolección de desechos sólidos, líquidos e industriales, de modo que perdieron rápidamente su riqueza natural.

A pesar de lo anterior, la transformación en la percepción de los humedales comienza a dar un giro positivo a comienzos de la década de los noventa, debido a la gran preocupación mundial por el cuidado del medioambiente, reflejada en herramientas políticas como la Convención sobre humedales Ramsar (1971). En esta nueva percepción social que involucra el desarrollo sostenible, los humedales pasan a ser objeto de preservación, conservación y educación ambiental.

El concepto de percepción se considera como la interpretación de las sensaciones y emociones basadas en la experiencia y los recuerdos previos, en conjunto con la interacción con su entorno natural y social (Vargas, 1994). El conocer las percepciones, permitirá interpretar con precisión el significado de sus acciones, y determinar aspectos que influirán en la toma de decisiones, en este caso, relacionadas con la protección de humedales urbanos, lo cual puede servir como base para diseñar proyectos de educación ambiental (Marín-Muñíz et al., 2016).

Por otro lado, la percepción de los ecosistemas depende del contexto en el que desarrollan sus modos de vida. Manuel (2003) en Nueva Escocia, Canadá, investigó la percepción de la población sobre los humedales en vecindarios locales, 52% mencionó importante la presencia de humedales, mientras que 42% proporcionó una respuesta opuesta. El autor sugiere que el conocimiento sobre los ecosistemas favorece el nivel de concientización y provee posibilidades de modificación de comportamientos en estos ecosistemas, sin embargo, como se apunta en este estudio, el conocimiento no es el único factor que induce a que los individuos actúen en favor de la protección de un ecosistema.

Así mismo, la utilización de la percepción ciudadana y de actores clave, permite saber cuál es el grado de conocimiento e información de la población en temas ambientales, así como sus actitudes y comportamientos al respecto. Esto permite tener mayor conocimiento sobre cómo se valora la aplicación de criterios ambientales en las políticas públicas y la utilización de recursos presupuestarios a este fin (Ministerio de Medio ambiente y Medio Rural y Marino, 2011). Siendo este el modo en que los ciudadanos conciben el medioambiente con el que conviven y el que los rodea, utilizándose como un primer indicador del conocimiento acerca del mismo y de su conciencia ambiental.

### ***1.5.2 Servicio ambiental***

Los servicios ambientales se definen como los beneficios tangibles e intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. Este concepto es relativamente reciente y permite tener un enfoque más integral para interactuar con el entorno. En realidad, las sociedades se han beneficiado de dichos servicios desde sus orígenes, la mayoría de las veces sin tomar conciencia de ello. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se halla en los componentes y procesos que integran los ecosistemas (MEA, 2005). Entre los principales servicios ambientales se destacan:

***Servicios ambientales de regulación:*** Son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema (regulación del clima, control de enfermedades, regulación del agua) (MEA, 2005).

***Servicios ambientales de suministro:*** Son todos los productos obtenidos del ecosistema (alimento, agua, combustible, fibras) (MEA, 2005).

***Servicios ambientales culturales:*** Son los beneficios no materiales obtenidos del ecosistema (espirituales o religiosos, recreación y ecoturismo, estéticos y educativos) (MEA, 2005).

***Servicios ambientales de soporte:*** Son los servicios necesarios para la producción de los demás servicios ambientales (formación del suelo, ciclos biogeoquímicos, producción primaria) (MEA, 2005).

## **1.6 Estrategias para la conservación de humedales urbanos**

### ***1.6.1 Comunicación y divulgación ambiental***

Las acciones de comunicación y divulgación ambiental están enfocadas a la sociedad en general y, particularmente a las comunidades aledañas a los ecosistemas, estableciendo un puente de

comunicación asertivo como herramienta que facilita la participación pública, así como la correcta difusión de las actividades que se desarrollen a favor de la conservación, logrando presencia y confianza por parte de la sociedad (CEPAHJ, 2009).

En México, por parte de la SEMARNAT, se han implementado una serie de acciones y publicaciones promoviendo el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, mediante el fomento de la inclusión social y la concientización, y difundiendo la importancia de una gestión integral de este tipo de residuos con el fin de conservar los ambientes naturales en las áreas urbanas.

Estas acciones permiten atender el contenido de la información que se va a comunicar, las formas de transmitirla y quiénes la transmiten y reciben. La comunicación tiene dos vías, escuchar y ser escuchado, por lo que han de incluirse los mecanismos para que la sociedad no solo reciba información, sino que tenga también la posibilidad de expresarse (Pardo, 2003).

### ***1.6.2 Educación ambiental para la conservación***

La educación ambiental es una herramienta para generar conciencia en las personas, a través de la valorización y convicción de que es la naturaleza misma la que provee los bienes y servicios que el ser humano necesita para su subsistencia, logrando con ella el cambio en las actitudes y costumbres por las que vayan a favor de la conservación, el mejoramiento ambiental y sustentabilidad, lo que a través del tiempo llevara a adquirir una cultura ambiental positiva (CEPAHJ, 2009).

La implementación de talleres de educación ambiental para involucrar a la comunidad en el manejo y conservación de los humedales urbanos es de crucial importancia, ya que estos ecosistemas contienen una gran cantidad de biodiversidad florística y faunística, sin embargo, presentan una pérdida acelerada del hábitat, siendo los desarrollos habitacionales uno de los principales problemas. Ante esta situación, Méndez-Álvarez (2016), buscó tener un equilibrio entre la conservación de humedales y el desarrollo habitacional en “Lagos de Puente Moreno”, Medellín de Bravo, Veracruz, por medio de herramientas de educación ambiental, donde incluyó la participación comunitaria en la conservación del ambiente, con visión inclusiva, interinstitucional, transdisciplinaria con el fin de establecer un desarrollo sustentable en el territorio.

Es importante que las instituciones educativas generen alianzas estratégicas con diferentes entidades gubernamentales del territorio; con el fin de establecer áreas de oportunidad para

vincular el uso asertivo de la participación social en eventos académicos nacionales y que sean parte de asociaciones ambientalistas para lograr establecer el cuidado integral de los humedales urbanos, se reconstruya el tejido social y se fortalezca la cultura ambiental.

### ***1.6.3 Capacitación ambiental***

La capacitación ambiental es un conjunto de actividades orientadas al aprendizaje básico o la actualización de los conocimientos sobre el medioambiente y las formas de uso sustentable de los recursos naturales, que involucra los diferentes actores aledaños y encargados del ecosistema y proporciona herramientas para llevar a cabo actividades que fortalezcan el quehacer en la conservación de estos ecosistemas (CEPAHJ, 2009).

Las poblaciones que hacen un uso directo de los humedales o que habitan en áreas cercanas a ellos, desconocen a profundidad los procesos ecológicos de los mismos o su funcionamiento como reguladores de ciclos vitales. A través del análisis de las experiencias, algunos autores han descrito la necesidad de fomentar en los ciudadanos acciones de capacitación ambiental, orientadas a generar cambios de actitud y fortalecer la autonomía comunitaria en beneficio de los ecosistemas urbanos (Carmona-Díaz et al., 2004; Carrero y García, 2008). Muchos de los trabajos generados en este ámbito a lo largo de más de tres décadas, han iniciado con la idea de que la capacitación y educación ambiental basada en la transmisión de contenidos logrará generar cambios en las actitudes y comportamientos que llevarán a la conservación de dichos ecosistemas. Sin embargo, dichas actividades deben incluir la aplicación de conocimiento en situaciones reales de vida, y en las interpretaciones que los participantes les dan a los ecosistemas con base en su saber empírico.

### ***1.6.4 Participación socio ambiental***

La participación social se ha establecido como técnica de protección ambiental, donde la presencia de la sociedad civil en la conservación y manejo integral del ambiente tiene un carácter multiforme. La participación social en asuntos ambientales abarca elementos de distinto carácter, como el derecho del ciudadano a la información y contribuir al proceso de adopción de decisiones relevantes para el medio, hasta la educación y la sensibilización del ciudadano (Velázquez-Muñoz, 2003).

La participación ciudadana en términos ambientales ocupa un puesto muy importante en la gestión de los proyectos medioambientales, no solo en lo que tiene que ver con la toma de decisiones, sino también con la co-gestión, el seguimiento y la evaluación de estos. Así mismo, la

participación ambiental ha sido reconocida, protegida y promovida por instrumentos jurídicos desarrollados en espacios de decisión nacionales e internacionales. Un ejemplo de esto son las Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocidas como Cumbres de la Tierra. En ellas, gobiernos y representantes de la sociedad civil de todo el mundo han aportado a la construcción de acuerdos sobre las políticas ambientales (Chávez, 2007).

### **1.7 Estructura general del trabajo**

La estructura general de este trabajo se dividió en 5 capítulos. En el capítulo 1 se aborda el contenido general del trabajo, los antecedentes sobre estudios en humedales urbanos, la justificación de la realización del trabajo, los objetivos e hipótesis, y el marco referencial del mismo. El capítulo 2 se enfoca en evaluar las variaciones temporales del nivel, calidad del agua y comunidades de aves en tres humedales urbanos (HPMSR, HLSF, HCDT). En el capítulo 3 se indagaron las percepciones sociales sobre los tres humedales urbanos (HPMSR, HLSF, HCDT) y sus servicios ambientales. El capítulo 4 hace referencia a las charlas itinerantes como estrategias de divulgación de educación ambiental, implementadas en dos parques públicos de la ciudad (Tecajetes y Los Lagos), sobre los servicios ambientales de los humedales en general y de los que se establecen en la ciudad de Xalapa. En el capítulo 5 se describen las conclusiones generales del proyecto, es decir, se integran los capítulos previos para concluir con una reflexión sobre la importancia ecosistémica de los humedales urbanos, el estado ambiental en que se encuentran los humedales estudiados, las percepciones de la sociedad que colinda con dichos ecosistemas y el valor de la implementación de estrategias de difusión a través de la educación ambiental en Xalapa, Veracruz, México para promover su conservación y uso sustentable.

## **CAPÍTULO II. VARIACIONES TEMPORALES DEL NIVEL, CALIDAD DE AGUA Y COMUNIDADES DE AVES EN TRES HUMEDALES URBANOS DE XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.**

### **Resumen**

Las alteraciones ambientales causadas por las actividades humanas, impactan negativamente en la biodiversidad. En el caso particular de los humedales, las poblaciones humanas por lo general se asientan en sus márgenes y, en el caso de las ciudades, los patrones de crecimiento y urbanización causan el deterioro de las comunidades biológicas que habitan en él, ocasionando la pérdida de estos importantes ecosistemas. En este capítulo se investigó las variaciones temporales durante un año (2021 – 2022) del nivel/calidad del agua y las comunidades de aves en tres humedales urbanos de Xalapa, Veracruz, México (HPMSR, HCDT, HLSF). En cada humedal, se establecieron puntos estratégicos de muestreo con base al tamaño de cada sitio, midiendo en cada uno, el nivel del agua superficial. El diagnóstico fisicoquímico de la calidad del agua, se llevó a cabo por técnicas estándares y mediante los parámetros de la NOM NMX-AA-159-SCFI-2012. El diagnóstico de fauna (aves), se realizó mediante recorridos libres, uno por cada estación climática del año, con observaciones pausadas en dos transectos de amplitud fija, cada recorrido consto de dos réplicas (réplica 1: recorrido de ida 7:30 a.m. – réplica 2: recorrido de vuelta 8:30 a.m.) con la finalidad de estimar la diversidad, abundancia y riqueza de especies de aves en los tres sitios de estudio. Se ejecutaron pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis y ANOVA de dos vías en el programa estadístico SPSS v21 para Windows y un análisis de diversidad, con el índice de Shannon ( $H'$ ) para aves, esto, para identificar las diferencias entre sitios y estaciones climáticas respectivamente. Los resultados del diagnóstico de aves difirieron significativamente entre estaciones y sitios de estudio ( $P \leq 0.05$ ), los humedales presentaron una abundancia, riqueza y diversidad de especies ( $H'$ = media/baja) durante las cuatro estaciones climáticas, reflejando más especies residentes que migratorias, siendo menor en otoño-invierno que en primavera-verano, y superior en humedales con mayor área y mejor estado de conservación. Se encontraron niveles de agua desde 0 hasta 80 cm de altura sobre el suelo y concentraciones máximas de nitritos:  $0.96 \text{ mg L}^{-1}$ , nitratos:  $1.17 \text{ mg L}^{-1}$ , fosfatos:  $1.72 \text{ mg L}^{-1}$ , sulfatos:  $21.36 \text{ mg L}^{-1}$  y amonios:  $41.20 \text{ mg L}^{-1}$ , lo cual se infiere que las aguas superficiales de los humedales urbanos estudiados, presentan

contaminación alta y condiciones eutróficas de acuerdo con los criterios ecológicos de calidad del agua, difiriendo significativamente entre los puntos de muestreo y estaciones climáticas evaluadas ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados de este estudio permiten concluir que, las variaciones estacionales influyen sobre el nivel del agua, los parámetros fisicoquímicos en agua superficial, y aunque no se encontraron diferencias muy marcadas en la abundancia, riqueza y diversidad de especies de aves, los patrones estacionales generan una variación en la comunidad.

Esto indica que los humedales urbanos de Xalapa, a pesar del efecto de la urbanización y actividades antropogénicas en que se ven expuestos, siguen conservando su estructura y funcionamiento desde el punto de vista ecológico. Por lo que se recomienda proteger estos ecosistemas dentro de las ANP en la ciudad, rehabilitarlos y poder obtener de manera adecuada sus servicios ambientales.

**Palabras clave:** *Abundancia, diversidad, calidad del agua, contaminación, riqueza.*

## **CHAPTER II. TEMPORAL VARIATIONS IN THE LEVEL, WATER QUALITY AND BIRD COMMUNITIES IN THREE URBAN WETLANDS OF XALAPA, VERACRUZ, MEXICO.**

### **Abstract**

Environmental alterations caused by human activities have a negative impact on biodiversity. In the particular case of wetlands, human populations generally settle on their margins and, in the case of cities, growth and urbanization patterns cause the deterioration of the biological communities that inhabit them, causing the loss of these important ecosystems. In this chapter, the temporal variations during one year (2021 – 2022) of the level/quality of the water and the bird communities in three urban wetlands of Xalapa, Veracruz, Mexico (HPMSR, HCDT, HLSF) were investigated. In each wetland, strategic sampling points were established based on the size of each site, measuring the surface water level in each one. The physicochemical diagnosis of water quality was carried out using standard techniques and through the parameters of NOM NMX-AA-159-SCFI-2012. The diagnosis of fauna (birds) was carried out through free tours, one for each climatic season of the year, with paused observations in two transects of fixed amplitude, each tour consisted of two replicas (replica 1: one-way tour 7:30 a.m. - replica 2: return trip 8:30 a.m.) in order to estimate the diversity, abundance and richness of bird species in the three study sites. Statistical tests of Kruskal-Wallis and ANOVA of two ways were executed in the statistical program SPSS v21 for Windows and a diversity analysis, with the index of Shannon ( $H'$ ) for birds, this, to identify the differences between sites and climatic stations. respectively. The results of the bird diagnosis did differ significantly between seasons and study sites ( $P \leq 0.05$ ), the wetlands presented an abundance, richness and diversity of species ( $H' =$  medium/low) during the four climatic seasons, reflecting more resident species than migratory, being lower in autumn-winter than in spring-summer, and higher in wetlands with a larger area and better conservation status. Water levels were found from 0 to 80 cm above the ground and maximum concentrations of nitrites: 0.96 mg L<sup>-1</sup>, nitrates: 1.17 mg L<sup>-1</sup>, phosphates: 1.72 mg L<sup>-1</sup>, sulfates: 21.36 mg L<sup>-1</sup> and ammonium: 41.20 mg L<sup>-1</sup>, which infers that the surface waters of the urban wetlands studied present high contamination and eutrophic conditions according to the ecological criteria of water quality, differing significantly between the sampling points and seasons evaluated ( $P \leq 0.05$ ). The

results of this study allow us to conclude that seasonal variations influence the water level, the physicochemical parameters in surface water, and although no marked differences were found in the abundance, richness and diversity of bird species, seasonal patterns generate a variation in the community.

This indicates that the urban wetlands of Xalapa, despite the effect of urbanization and anthropogenic activities in which they are exposed, continue to conserve their structure and functioning from the ecological point of view. Therefore, it is recommended to protect these ecosystems within the ANP in the city, rehabilitate them and be able to adequately obtain their environmental services.

**Keywords:** *Abundance, diversity, water quality, contamination, richness.*

## 2. Introducción

Los humedales urbanos son aquellos que se encuentran dentro de los límites del radio urbano, total o parcialmente (Acevedo, 2019) y que, de acuerdo con la definición amplia que entrega la Convención sobre humedales Ramsar (2019), pueden tomar distintas formas. Pueden ser cuerpos de aguas naturales o artificiales, pantanos, lagunas o turberas.

En los humedales, en general, se pueden diferenciar tres componentes principales: agua, vegetación y suelo. Las condiciones hidrológicas probablemente sean las más importantes (Fuentealba, 2016), por ello, entender las variaciones que existen naturalmente en el nivel del agua y su estado en un humedal es fundamental para comprender su funcionamiento. Se ha encontrado, por ejemplo, que el régimen hídrico puede cambiar drásticamente de acuerdo con la estación y a la variación anual de la precipitación (Carafa, 2009); mientras en otros casos se mantiene constante en el año.

La vegetación que crece en los humedales urbanos presenta una gran heterogeneidad en su composición y estructura, lo que hace necesario la adaptabilidad ecosistémica de este grupo frente a las condiciones climáticas que ahí dominan, ya que se deben presentar condiciones favorables para la germinación y establecimiento de este en los humedales. En Xalapa, según estudios elaborados, los géneros que caracterizan estos ecosistemas son *Quercus*, *Miconia*, *Acacia*, *Cestrum*, *Columbrina*, *Piper*, *Saurauia*, *Oreapanax*, *Cupressus* y *Persea*, reuniendo diferentes tipos de especies herbáceas enraizadas y flotantes, así como, arbóreas y arbustivas, que forman comunidades diversas que se establecen tanto como en las orillas, como en las zonas centrales de estos ambientes poco profundos (Montiel et al., 2014). Así mismo, la vegetación presente en los ecosistemas de humedal urbano, propicia la depuración de aguas residuales, zonas de alimento, estancia y anidación para un gran número de aves migratorias y endémicas.

La diversidad de fauna silvestre está determinada por los diferentes patrones de distribución en el espacio y tiempo (González y Málaga, 1997). Un grupo importante es el de las aves, quienes aportan directamente en el equilibrio ecosistémico de los humedales sirviendo como dispersores de semillas, controladores biológicos de enfermedades e indicadores de la calidad del agua (Rodríguez, 2011). Además, según Torres et al. (2006) las aves han sido consideradas como organismos adecuados para utilizarlas como indicadores biológicos o bio monitores de los cambios ambientales en los diferentes tipos de hábitats que existen.

De acuerdo con Molina (2015), diferentes familias de aves, *Turdus*, *Amazilia*, *Passer*, *Wilsonia*, *Quiscalus*, *Pitangus*, *Myiozetetes*, *Setophaga* y *Dendroica*, están exclusivamente adaptadas a entornos urbanos y establecen procesos ecológicos más eficientes en estos ecosistemas, en relación con las que no están adaptadas al mismo, lo que las hace dependientes de la conservación del sistema para su equilibrio poblacional.

En la ciudad de Xalapa, existe la presencia de islas de vegetación a lo largo de los humedales urbanos en la ciudad, estableciendo rutas o corredores migratorios para diversas especies de aves endémicas y migratorias (González, 1993), lo que genera un aporte de vital importancia para lograr cumplir con sus ciclos naturales.

En este sentido, la protección de estos ecosistemas, de los servicios ambientales que prestan y de las distintas especies de fauna y flora que allí habitan, debe ser una continua preocupación ciudadana y de las instituciones con atribuciones directas o tangenciales sobre estos ecosistemas, ya que son los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, tanto por la acción humana asociada al crecimiento urbano, que los transforma en medios temporales receptores de basura y aguas negras (Boavida 1999; Mitsch 1994), como por el cambio climático que afecta a su tamaño, estructura, hidrología y comunidades biológicas (Moreno 2005; Finlayson 1999). Además, son ecosistemas muy difíciles de abordar debido a su diversidad y complejidad, al desarrollarse en gradientes hidrológicos desde hábitats terrestres hasta los estrictamente acuáticos (WFD CIS. Guidance Doc n° 12, 2003).

Los humedales son poco valorados y su importancia no está acorde con la baja cantidad de estudios que se generan en la región. En esta situación se encuentran los humedales urbanos de Xalapa – Veracruz, que se ven amenazados por la densidad de población que concentran y que comienzan a ser comprimidos por el desarrollo urbano, y no han sido estudiados en su totalidad en sus características ecológicas.

La ciudad de Xalapa posee humedales, aunque poco conocidos y valorados, estos humedales son de agua continental con vegetación emergente, además, algunos en muy baja proporción se encuentran bajo diferentes categorías de reservas (federales, estatales y municipales), sin embargo, esto no ha sido suficiente para mantener la integridad ecológica de los mismos, evidenciando diferentes grados de perturbación, como contaminación de sus aguas, relleno de sus suelos, pastoreo de ganado y alteración de sus ciclos naturales de inundación, trayendo consecuencias

negativas en la flora y fauna que habitan en ellos y cambiando su estructura y funcionamiento (Hernández-Alarcón, 2021).

Actualmente, el interés por estudiar y proteger los humedales urbanos en Xalapa es bajo y la mayor parte de ellos carece de estatus de protección ambiental y programas de manejo que ayuden a equilibrar su explotación/conservación. Esta situación, en general, se ve agudizada por la falta de información sobre su dinámica hidrológica, biológica y ecológica.

Frente a la falta sistemática de información que permita abordar estudios de conservación y/o restauración en estos ecosistemas, el presente capítulo presenta la investigación de las variaciones temporales en los niveles de agua y calidad de agua, y la estructura en términos de abundancia, riqueza y diversidad de las comunidades de aves en tres humedales urbanos de Xalapa, Veracruz, México.

## **2.1 Pregunta de investigación**

¿Cuál es el estado ambiental respecto al nivel/a calidad de agua y avifauna de tres humedales urbanos de Xalapa, Veracruz, México?

## **2.2 Objetivo de la investigación**

Investigar las variaciones temporales del nivel/calidad del agua y comunidades de aves en tres humedales urbanos de Xalapa, Veracruz, México.

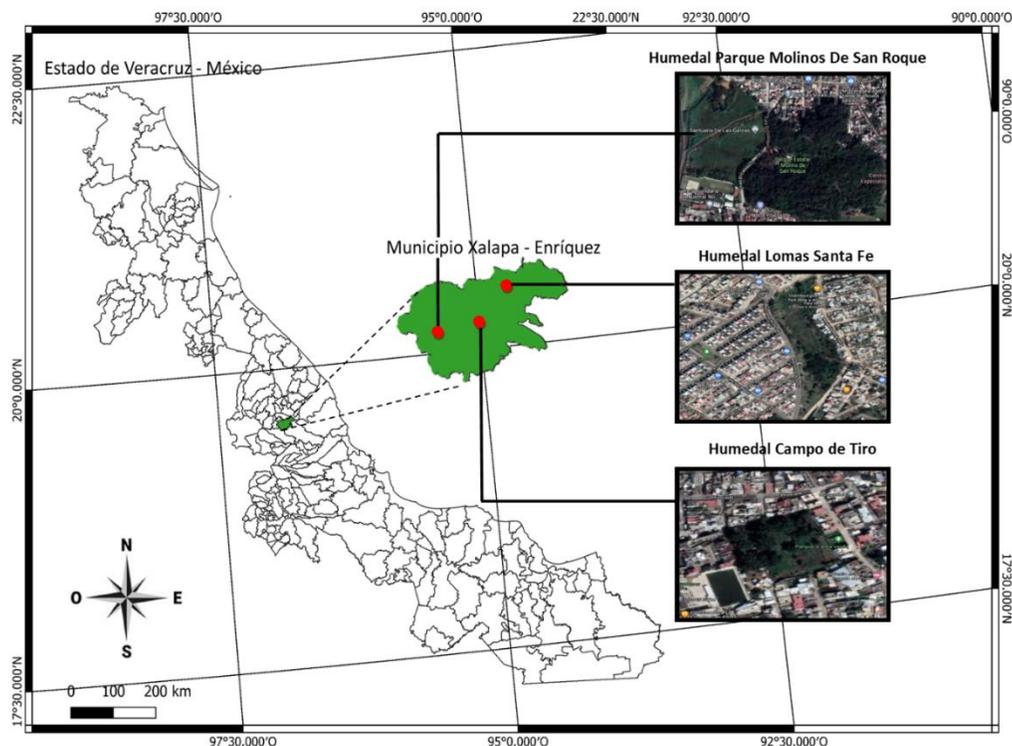
## **2.3 Hipótesis de la investigación**

Debido a las actividades antrópicas, los humedales de Xalapa tienen hidroperíodos cortos y el agua se encuentra contaminada y tiene una diversidad de aves media o baja.

## **2.4 Materiales y métodos**

### ***2.4.1 Región de estudio***

Este estudio se llevó a cabo en tres humedales urbanos localizados en el municipio de Xalapa, Veracruz, México, los sitios de estudio se describen a continuación y se visualizan en la (Figura, 1).



*Imagen recuperada de: autoría propia – Qgis.*

**Figura 1.** Ubicación de los sitios de estudio en la región urbana del municipio de Xalapa, Veracruz, México.

**HPMSR:** El humedal se encuentra en la congregación de Andrés Montes, del municipio de Xalapa, Veracruz a  $19^{\circ} 32'$  de latitud N y  $96^{\circ} 55'$  de longitud W. Presenta una altitud de 1460 msnm (DGG, 1998). El humedal cuenta con una superficie de 7 hectáreas (Gaceta Oficial del Estado, decreto 356 de 1986). Este ecosistema se ha visto perturbado por diferentes actividades antrópicas, principalmente por ampliación descontrolada de la frontera urbana, debido a que los habitantes aledaños rellenan con escombros de construcción y contaminación del agua por fuentes puntuales y no puntuales como los drenajes y las escorrentías de las calles, pastoreo de caballos y vacas. Esta zona se ha convertido en un foco de inseguridad, por lo que los habitantes evitan pasar por ahí. Ante esta situación, el Ayuntamiento de Xalapa ha fortalecido su presencia a través del mejoramiento del alumbrado público, incremento de la presencia policial y la participación social y estableciendo el área total del humedal como zona de protección ecológica (Montiel et al. 2014) destinada al mejoramiento y conservación del ambiente para el establecimiento de zonas de protección.

**HCDT:** El humedal presenta un área aproximada de 0.5 Ha, se encuentra ubicado en la calle jacarandas del municipio de Xalapa-Enríquez, Veracruz, a 19 ° 55´ de latitud N y 96 ° 90´ de longitud W. Este humedal se encuentra afectado en la gran mayoría de su superficie por la constante ampliación urbana de la zona, mal manejo de residuos, vertimientos por aguas residuales por las escorrentías de las calles, pastoreo de cabras, vertimiento de escombros para rellenar y principalmente por la falta de atención de las autoridades competentes, siendo estos problemas, los causantes de su deterioro.

**HLST:** El humedal presenta un área aproximada de 2.5 Ha y se encuentra ubicado en el bulevar Lomas de Santa fe del municipio de Xalapa-Enríquez, Veracruz a 19 ° 56´ de latitud N y 96 ° 88´ de longitud W. Este humedal presenta un estado de conservación bajo, por falta de conocimiento de las comunidades aledañas a él y por la falta de atención por parte de las autoridades competentes, aunado a esto, se encuentra perturbado por la constante ampliación urbana y vertimientos de aguas residuales por las escorrentías de las calles en la zona centro y noroeste del humedal, pastoreo de vacas, vertimiento de escombros para rellenar, y utilización del espacio para cultivos, lo que genera una transformación en el paisaje, afectado directamente la biodiversidad endémica y migratoria de la zona.

#### ***2.4.2 Técnica e instrumentos para el levantamiento de datos***

##### ***2.4.2.1 Diagnóstico de avifauna***

Para el diagnóstico de avifauna, se tomó la metodología propuesta por Estrada-Hernández, (2016) la cual consiste en llevar a cabo recorridos libres con observaciones pausadas en dos transectos de amplitud fija, abarcando cada una de las estaciones climáticas del año. En cada uno de los sitios seleccionados (HLSF, HPMSR, HCDT) se realizaron recorridos de observación, uno por estación climática en las horas de la mañana, cada recorrido constó de dos replicas (replica 1: recorrido de ida 7:30 a.m. – replica 2: recorrido de vuelta 8:30 a.m.) con una duración promedio de 55 minutos, para determinar abundancia en las horas muestreadas, esto, teniendo en cuenta su pico de actividad y establecer un muestreo estratificado y sistemático, con el fin de cubrir las coberturas naturales y productivas de cada humedal.

La unidad muestral comprendió, la totalidad del área de cada uno de los tres humedales en estudio, incluyendo cuerpos de agua y vegetación, donde se registraron las aves en cada estación climática del año. La elección de la unidad muestral fue determinística, con la finalidad de registrar

la mayor diversidad de aves en cada punto de muestreo (HLSF, HPMSR, HCDT), en la ciudad de Xalapa – Veracruz.

El muestreo consistió en registrar los individuos de las aves observadas, anotando el número de individuos por especies presentes en cada humedal (Cánepa & Aguirre sf; Bibby et al., 1993); solo se registraron las especies que se encontraban frente al observador en un radio de 180°, de esta manera, se evitó duplicar el conteo de las aves.

Para el avistamiento de las especies de aves, los individuos fueron avistados mediante el uso de binoculares de alcance 10x50mm y registrados en una cámara digital. La identificación, se hizo con base en la descripción y comparación de las características morfo anatómicas, comparándolas con las guías de aves nacionales y regionales específicas para México.

El instrumento utilizado para la recopilación de la información, fue una ficha censo, propuesto por la Unión de Ornitólogos de Chile, donde posteriormente en el procesamiento de la información, los datos obtenidos fueron tabulados en el programa Microsoft Excel XP para Windows, presentándose en tablas. El criterio con el que se escogió este grupo taxonómico es debido a que las aves se encuentran entre los organismos mejor estudiados en todo el mundo y a menudo, se consideran como buenos indicadores ecológicos de calidad de hábitat para evaluar los valores de biodiversidad de un área, incluso para otros taxones que son difíciles de muestrear.

#### ***2.4.2.2 Análisis fisicoquímico de calidad de agua y nivel del agua***

El diagnóstico fisicoquímico de calidad de agua, se llevó a cabo por técnicas estándares y mediante los parámetros de la NOM NMX-AA-159-SCFI-2012. En cada humedal, se establecieron puntos estratégicos de muestreo con base al tamaño de cada sitio, las muestras se tomaron a lo largo de un año (2021 – 2022) con una frecuencia mensual, esto, para evidenciar las variaciones estacionales durante cada una de las temporadas climáticas del año. Las muestras fueron recolectadas en tubos de plástico de 50 ml para análisis químicos de cationes (amonio) y aniones (nitritos, nitratos, fosfatos, sulfatos). Las muestras colectadas fueron previamente almacenadas en hielo para ser llevadas al laboratorio.

La medición del nivel del agua superficial, se realizó con la ayuda de una regla de 60 cm de largo, cuando el nivel de agua superaba este valor, se tomaba una tabla que sobrepasara el nivel del agua, marcando el nivel con un plumón y midiéndolo posteriormente con la regla.

En fase de laboratorio, las muestras de químicos fueron debidamente centrifugadas en una centrifugadora HERMLE Z 306 a 30 ml cada una en un tubo falcón durante 15 min a 3000 rpm.

Posteriormente, cada una de las muestras se colocaron en poli viales con tapones con filtro de 0.45 micras. Las muestras se procesaron en un cromatógrafo de iones marca Dionex ICS-1100 (Dionex, Sunnyvale CA, E. U) con una bomba isocrática, una precolumna de aniones (Dionex AG11, 2 mm), una columna separadora de aniones (Dionex Ion Pac AS23, 4 mm) acoplado con un supresor autor regenerador de aniones (ASRS-300, 2 mm) y un detector de conductividad. Se usaron reactivos de alta pureza junto con agua purificada Milli - Q, que se desionizó y luego se filtró a través de una membrana Whatman de 0.2 mm. Se utilizó una mezcla de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  4.5 mM y  $\text{NaHCO}_3$  0.8 mM (Dionex) como eluyente y con un caudal de  $0.25 \text{ ml min}^{-1}$ . Las muestras de aguas filtradas se colocaron en viales con tapas de filtros para ser inyectados ( $25 \mu\text{L}$ ) por el automuestreador Dionex AS-DV en el cromatógrafo de iones (Hernández & Marín, 2018). Para conocer si entre los sitios de estudio, los puntos de muestreo y las temporadas climáticas tuvieron un efecto en las concentraciones de los iones evaluados se realizaron pruebas estadísticas de ANOVA de dos vías en el programa estadístico SPSS v21 para Windows.

### ***2.4.3 Análisis de los datos***

#### ***2.4.3.1 Análisis de datos diagnóstico de avifauna***

El análisis de datos para el diagnóstico de avifauna, llevado a cabo entre el 2021 y 2022, se ejecutó mediante un censo por temporada climática del año en cada humedal. La diversidad entre estaciones del año se evaluó a través del índice de Shannon ( $H'$ ) para aves, según Bojorges y López-Mata (2005), aplicando la prueba t de diferencias de Shannon (Magurran, 1989). También, se consideró la abundancia y riqueza total como la sumatoria de todos los individuos y de las especies, respectivamente, registrados en los sitios durante las estaciones del año (Odum & Warren 2006).

Para determinar las posibles diferencias entre los sitios (HPMSR, HCDT, HLSF) y entre las estaciones del año (primavera, verano, otoño, invierno), así como las diferencias de las características de la comunidad según el humedal, a nivel de número de especies, número de individuos e índices de diversidad, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Frías 1999; Mc Cune & Grace 2002).

Las especies identificadas fueron clasificadas según lo propuesto por Juri y Chani (2005) en Residentes (las registradas en tres o cuatro estaciones por lo menos en uno de los sitios), Visitantes

una estación (las registradas en una estación del año, en por lo menos uno de los sitios), Visitantes dos estaciones (las registradas dos estaciones del año, en por lo menos uno de los sitios).

#### **2.4.3.2 Análisis de datos diagnóstico nivel y calidad de aguas**

El análisis del nivel de agua se hizo mediante la captación de datos en el programa Microsoft Excel XP para Windows. Para identificar las posibles diferencias entre estaciones climáticas, se ejecutaron pruebas de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) con el programa SPSS v21 para Windows. El diagnóstico de calidad de aguas para los tres sitios, se llevó a cabo mediante un cromatógrafo captador de iones marca Dionex ICS-1100 (Dionex, Sunnyvale CA, E. U) con el fin de obtener la cuantificación de la concentración de los iones evaluados (Aniones: nitritos, nitratos, fosfatos, sulfatos y (Cationes: amonios), además, se realizaron pruebas estadísticas de ANOVA de dos vías en el programa estadístico SPSS v21 para Windows., esto, con el fin de conocer si entre los sitios de estudio, los puntos de muestreo y las temporadas climáticas difirieron significativamente y si hubo un efecto en las concentraciones de los iones evaluados.

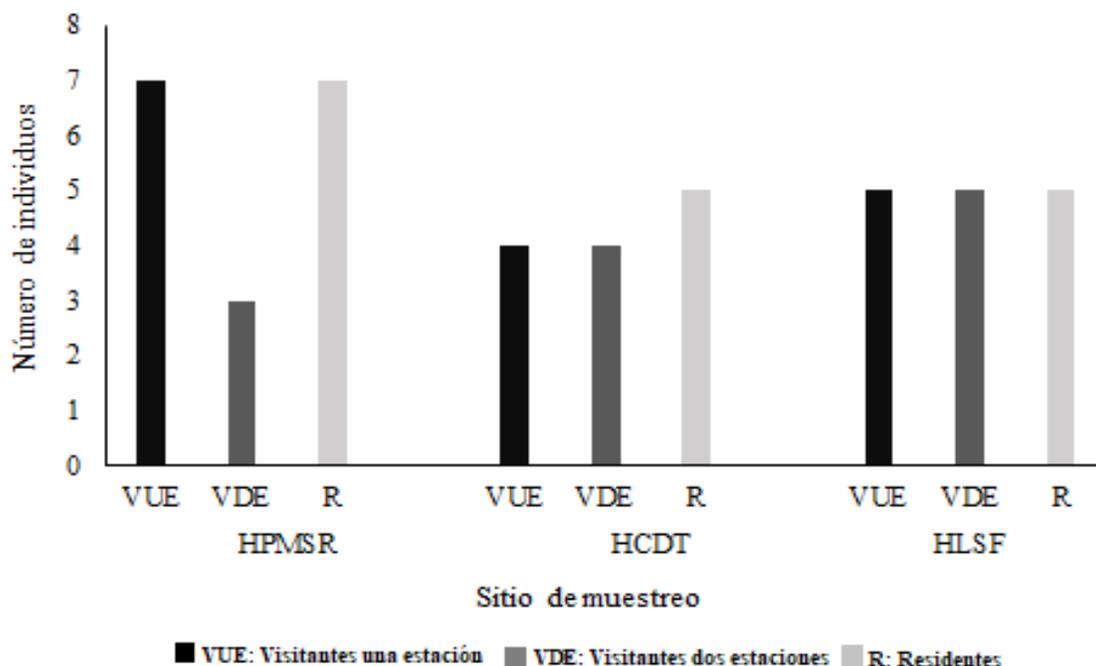
### **2.5 Resultados del diagnóstico de avifauna**

#### **2.5.1 Composición y estructura de la comunidad de aves por sitio de muestreo y estación climática**

En los cuatro censos comprendidos durante el año 2021 y 2022, en las diferentes estaciones (otoño, invierno, primavera, verano), uno por estación, se registraron 220 individuos de 22 especies pertenecientes a 13 familias. Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae (cuatro especies), Columbidae (cuatro), Parulidae (tres), Thraupidae (dos), Icteridae (dos), Corvidae (uno), Vireonidae (uno), Passeridae (uno), Phylloscopidae (uno), Turdidae (uno), Hirundinidae (uno), Passerellidae (uno), Laniidae (uno).

En general, siete especies fueron clasificadas en residentes (*Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus*, *Chlorospingus flavopectus*, *Phylloscopus borealoides*, *Turdus grayi*, *Myiozetetes similis*, *Dives dives*), 10 como visitantes de una estación (*Helmitheros vermivorum*, *Cyanocorax sanblasianus*, *Vireo gilvus*, *Thraupis Abbas*, *Geothlypis trichas*, *Wilsonia pusilla*, *Hirundo rustica*, *Zenaida macroura*, *Pipilo maculatus*) y seis como visitantes de dos estaciones (*Columbina livia*, *Pitangus sulphuratus*, *Streptopelia decaocto*, *Columbina inca*, *Empidonax fulvifrons*, *Empidonax sp*).

La clasificación estacional según Juri y Chani (2005) específicamente para cada sitio de estudio, representó un valor de siete especies residentes para HPMSR y cinco para HCDT, HLSF las especies visitantes de una estación fueron mayor para HPMSR con un valor de siete especies, seguido de HLSF con cinco y para HCDT con cuatro, finalmente, los valores de las especies visitantes de dos estaciones, fueron mayor para HLSF con cinco especies, seguido de HCDT con cuatro especies, y HPMSR con tres especies respectivamente (Figura 2).



**Figura 2.** Proporción de especies residentes y visitantes. R: Residentes, VUE: Visitantes una estación, VDE: Visitantes dos estaciones.

## 2.5.2 Abundancia y riqueza de la comunidad de aves para cada sitio entre estaciones

### 2.5.2.1 HPMSR

El humedal HPMSR, fue el sitio que presentó mayor abundancia y riqueza de especies durante las cuatro temporadas del año, se registraron un total de 86 individuos de 19 especies identificadas durante la aplicación de los censos (Tabla 1). En la temporada de primavera se registraron un total de 24 individuos pertenecientes a 11 especies, la especie más abundante fue *Quiscalus mexicanus* con un total de cinco individuos identificados, seguido de *Pitangus sulphuratus* con cuatro individuos. En la temporada de verano, se registró la mayor abundancia y riqueza de especies, con un total de 41 individuos pertenecientes a 11 especies, *Hirundo rustica* fue la especie con mayor

abundancia de individuos con un total de siete, seguido de *Passer domesticus* y *Chlorospingus flavopectus* con cinco individuos, en otoño, se registraron 14 individuos pertenecientes a 8 especies, la especie más abundante fue *Chlorospingus flavopectus* con un total de tres individuos identificados. En invierno, fue la temporada con menor abundancia y riqueza de especies, se registraron un total de siete individuos pertenecientes a siete especies cada una con un ejemplar. La comparación de medias en la abundancia y riqueza de especies en este sitio difirió significativamente entre las estaciones climáticas (Kruskal-Wallis:  $H= 4.597$ ;  $P 0.038$ ), así mismo, la cuantificación de la diversidad específica en este lugar, para cada estación mediante el índice de Shannon ( $H'$ ), arrojó valores para primavera ( $H'= 2.222$ ), verano ( $H'= 2.259$ ) otoño ( $H'= 2.008$ ) en invierno ( $H'= 1,946$ ); lo cual, la población de la comunidad de aves identificadas en este sitio de estudio, presentó una diversidad media en las temporadas de primavera, verano y otoño, y diversidad baja en la temporada de invierno (Tabla 1).

**Tabla 1.** Abundancia, riqueza y diversidad de especies en HPMSR durante las cuatro estaciones climáticas (2021 - 2022).

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES POR TEMPORADA - HPMSR		ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H')
<b>PRIMAVERA</b>		H': 2,222 - Diversidad Media
<i>Quiscalus mexicanus</i>	5	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	3	
<i>Turdus grayi</i>	3	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	2	
<i>Dives dives</i>	2	
<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Geothlypis trichas</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Columbina inca</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	
<b>VERANO</b>		H': 2,529 - Diversidad Media
<i>Hirundo rustica</i>	7	
<i>Zenaida macroura</i>	3	
<i>pipilo maculatus</i>	3	
<i>Lanius ludovicianus</i>	4	
<i>Columbina livia</i>	4	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	
<i>Passer domesticus</i>	5	
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	5	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	3	
<i>Turdus grayi</i>	2	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	
<b>OTOÑO</b>		H': 2,008 - Diversidad Media
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Columbina inca</i>	2	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	2	
<i>Turdus grayi</i>	2	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	
<b>INVIERNO</b>		H': 1,946 - Diversidad Baja
<i>Helmitheros vermivorum</i>	1	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Wilsonia pusilla</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	
<b>TOTAL INDIVIDUOS (2021 - 2022)</b>	<b>86</b>	

La comparación de medias difirió significativamente entre temporadas en HPMSR (**Kruskal-Wallis: P 0,038**)

### 2.5.2.2 HLSF

Este humedal fue el segundo sitio con mayor riqueza y abundancia de especies, se registraron en total 74 individuos de 15 especies identificadas (Tabla 2). Para la estación de primavera, se registraron un total de 20 individuos pertenecientes a 11 especies. En verano, se registraron un total de 34 individuos pertenecientes a nueve especies, siendo *Streptopelia decaocto* la especie con mayor cantidad de individuos identificados con un total de siete, seguido de *Passer domesticus*,

*Empidonax sp*, *Hirundo rustica* y *Zenaida macroura* con un total de cuatro individuos para cada especie. La estación de otoño, registró un total de 12 individuos pertenecientes a cinco especies siendo el segundo sitio con mayor abundancia de individuos y riqueza de especies luego de HPMSR. La especie más abundante fue *Passer domesticus* con un total de cuatro individuos, seguido de *Columbina livia* con tres individuos. En invierno, se registraron un total de siete individuos pertenecientes a seis especies, la especie más abundante fue *Quiscalus mexicanus* con un total de dos individuos. La cuantificación de la diversidad específica para cada estación mediante el índice de Shannon ( $H'$ ) en este sitio, arrojó valores para primavera ( $H' = 2.221$ ), verano ( $H' = 2.124$ ) otoño ( $H' = 1.516$ ) e invierno ( $H' = 1.748$ ); lo cual, la población de la comunidad de aves identificadas en este sitio de estudio, presentó una diversidad media en las temporadas de primavera, verano y diversidad baja en la temporada de otoño, invierno. Difirió significativamente la comparación de medias de la abundancia y riqueza de especies entre estaciones climáticas (Kruskal-Wallis:  $H = 3.973$ ;  $P = 0.034$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Abundancia, riqueza y diversidad de especies en HLSF durante las cuatro estaciones climáticas (2021 - 2022).

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES POR TEMPORADA HLSF		ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H')
<b>PRIMAVERA</b>		H': 2,221 - Diversidad Media
<i>Streptopelia decaocto</i>	5	
<i>Columbina inca</i>	3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	2	
<i>Thraupis abbas</i>	2	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Empidonax sp</i>	1	
<i>Geothlypis trichas</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	
<b>VERANO</b>		H': 2,124 - Diversidad Media.
<i>Streptopelia decaocto</i>	7	
<i>Passer domesticus</i>	4	
<i>Empidonax sp</i>	4	
<i>Hirundo rustica</i>	4	
<i>Zenaida macroura</i>	4	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	3	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	3	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	
<i>Myiozetetes similis</i>	2	
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	
<b>OTOÑO</b>		H': 1,516 - Diversidad Baja.
<i>Quiscalus mexicanus</i>	4	
<i>Passer domesticus</i>	3	
<i>Myiozetetes similis</i>	2	
<i>Dives dives</i>	2	
<i>Columbina inca</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	
<b>INVIERNO</b>		H': 1,748 - Diversidad Baja.
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Vireo gilvus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	
<b>TOTAL INDIVIDUOS (2021 - 2022)</b>	<b>74</b>	
La comparación de medias difirió significativamente entre temporadas en HCDT ( <b>Kruskal-Wallis: P 0,034</b> )		

### 2.5.2.3 HCDT

HCDT, fue el sitio que presentó la menor abundancia y riqueza específica durante las cuatro temporadas del año, se registraron un total de 62 individuos de 11 especies identificadas (Tabla 3). En primavera, se registraron un total de 19 individuos pertenecientes a ocho especies, *Passer domesticus* fue la especie más abundante con un total de cuatro individuos seguido de *Quiscalus mexicanus* y *Columbina livia* cada una con tres individuos. En la estación de verano, se registraron

un total de 27 individuos pertenecientes a nueve especies, *Myiozetetes similis* y *Empidonax sp*, fueron las especies con mayor abundancia con un total de 4 individuos identificados para cada una. En otoño se registraron un total de 11 individuos pertenecientes a cinco especies, la especie más abundante fue *Quiscalus mexicanus* con un total de cuatro individuos. Finalmente, en invierno se registraron un total de cinco individuos pertenecientes a cinco, las especies identificadas *Pitangus sulphuratus*, *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus*, *Myiozetetes similis*, *Dives dives*, presentaron cada una un individuo (Figura 5, c). La cuantificación de la diversidad específica en este sitio para cada estación mediante el índice de Shannon ( $H'$ ), arrojó valores para primavera ( $H' = 2.016$ ), verano ( $H' = 2.156$ ) otoño ( $H' = 1.517$ ) e invierno ( $H' = 1.609$ ); lo cual, la población de la comunidad de aves identificadas en este sitio de estudio, presentó una diversidad media en las temporadas de primavera, verano y diversidad baja en la temporada de otoño, invierno. Tampoco difirió significativamente la comparación de medias de la abundancia y riqueza de especies entre estaciones climáticas (Kruskal-Wallis:  $H = 0.2049$ ;  $P = 0.3532$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Abundancia, riqueza y diversidad de especies en HCDT durante las cuatro estaciones climáticas (2021 - 2022).

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES POR TEMPORADA - HCDT		ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H')
<b>PRIMAVERA</b>		H': 2,016 - Diversidad Media
<i>Passer domesticus</i>	4	
<i>Columbina livia</i>	3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	
<i>Dives dives</i>	3	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	2	
<i>Geothlypis trichas</i>	2	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	
<b>VERANO</b>		H': 2,153 - Diversidad Media.
<i>Myiozetetes similis</i>	4	
<i>Empidonax sp</i>	4	
<i>Columbina livia</i>	3	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	
<i>Passer domesticus</i>	3	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	3	
<i>pipilo maculatus</i>	3	
<i>Turdus grayi</i>	3	
<i>Zenaida macroura</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	
<b>OTOÑO</b>		H': 1,517 - Diversidad Baja.
<i>Passer domesticus</i>	4	
<i>Columbina livia</i>	3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	
<b>INVIERNO</b>		H': 1,609 - Diversidad Baja.
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	
<b>TOTAL INDIVIDUOS (2021 -2022)</b>	<b>62</b>	

La comparación de medias difirió significativamente entre temporadas en HCDT (**Kruskal-Wallis: P 0,022**)

### 2.5.3 Abundancia y riqueza de la comunidad de aves para cada estación entre los tres sitios

#### 2.5.3.1 Estación climática otoño

En otoño, esta estación presentó un total de 37 individuos de nueve especies identificadas (Tabla 4). Para el humedal HPMSR, se registraron un total de 14 individuos pertenecientes a ocho especies, la especie más abundante fue *Chlorospingus flavopectus* con un total de tres individuos identificados. En el humedal HLSF se registraron un total de 12 individuos pertenecientes a cinco especies, la especie más abundante fue *Passer domesticus* con un total de cuatro individuos, seguido de *Columbina livia* con tres individuos. En el humedal HCDT, se registraron un total de

11 individuos pertenecientes a cinco especies, la especie más abundante fue *Quiscalus mexicanus* con un total de cuatro individuos. La comparación de medias de la riqueza y abundancia de especies difirió significativamente entre sitios en esta estación climática (Kruskal-Wallis:  $H=0.038$ ;  $P=0.043$ ), así mismo, la cuantificación de la diversidad específica de cada lugar mediante el índice de Shannon ( $H'$ ), arrojó valores para HPMSR ( $H'=2.008$ ), HCDT ( $H'=1.517$ ) y HLSF ( $H'=1.516$ ); según la escala del índice de diversidad, específica que poblaciones entre cero y dos presentan una diversidad baja, poblaciones entre dos y tres presentan una diversidad media y poblaciones entre tres y cinco presentan una diversidad alta, en ese orden de ideas, la población de la comunidad de aves identificadas en HPMSR presenta una diversidad media, sin embargo, las poblaciones del humedal HCDT y HLSF presenta una diversidad baja para esta estación climática (Tabla 4).

**Tabla 4.** Abundancia, riqueza y diversidad de especies de la estación climática otoño entre los tres sitios de estudio.

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN OTOÑO		ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON ( $H'$ )
<b>HPMSR</b>	<b>14</b>	H': 2,008 - Diversidad Media.
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Columbina inca</i>	2	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	2	
<i>Turdus grayi</i>	2	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>HCDT</b>	<b>12</b>	H': 1,517 - Diversidad Baja.
<i>Passer domesticus</i>	4	
<i>Columbina livia</i>	3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Myiozetetes similis</i>	2	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>HLSF</b>	<b>11</b>	H': 1,516 - Diversidad Baja.
<i>Quiscalus mexicanus</i>	4	
<i>Passer domesticus</i>	2	
<i>Myiozetetes similis</i>	2	
<i>Dives dives</i>	2	
<i>Columbina inca</i>	1	
Comparación de medias difirió significativamente entre sitios en esta estación climática ( <b>Kruskal-Wallis: <math>P=0,043</math></b> )		

### 2.5.3.2 Estación climática invierno

En invierno, esta estación presentó un total de 19 individuos de ocho especies identificadas (Tabla 5). En el humedal HPMSR se registraron un total de siete individuos pertenecientes a siete

especies, cada una de las especies identificadas en este sitio de estudio *Helmitheros vermivorum*, *Pitangus sulphuratus*, *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus*, *Myiozetetes similis*, *Wilsonia pusilla*, *Dives dives*, presentaron cada una un individuo. En el humedal HLSF se registraron un total de siete individuos pertenecientes a seis especies, *Quiscalus mexicanus* fue la especie más abundante con un total de dos individuos. En el humedal HCDT se registraron un total de cinco individuos pertenecientes a cinco especies, *Pitangus sulphuratus*, *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus*, *Myiozetetes similis*, *Dives dives*, presentaron cada una 1 individuo. La comparación de medias de la riqueza y abundancia de especies difirió significativamente entre sitios en esta estación climática (Kruskal-Wallis:  $H= 0.009$ ;  $P 0.019$ ), así mismo, la cuantificación de la diversidad específica de cada lugar mediante el índice de Shannon ( $H'$ ), arrojó valores para HPMSR ( $H'= 1.946$ ), HCDT ( $H'= 1.609$ ) y HLSF ( $H'= 1.748$ ); lo cual, la población de la comunidad de aves identificadas en los tres sitios de estudio para la estación climática de invierno presenta una diversidad baja (Tabla 5).

**Tabla 5.** Abundancia, riqueza y diversidad de especies de la estación climática invierno entre los tres sitios de estudio.

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN INVIERNO		ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON ( $H'$ )
<b>HPMSR</b>	<b>7</b>	H': 1,946 - Diversidad Baja.
<i>Helmitheros vermivorum</i>	1	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Wilsonia pusilla</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>HCDT</b>	<b>5</b>	H': 1,609 - Diversidad Baja.
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
<b>HLSF</b>	<b>7</b>	H': 1,748 - Diversidad Baja.
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Vireo gilvus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
La comparación de medias difirió significativamente entre sitios en esta estación climática ( <b>Kruskal-Wallis: P 0,019</b> )		

### 2.5.3.3 Estación climática primavera

Esta estación presentó un total de 63 individuos de 16 especies identificadas (Tabla 6). Para el humedal HPMSR se registraron un total de 24 individuos pertenecientes a 11 especies, la especie más abundante fue *Quiscalus mexicanus* con un total de cinco individuos identificados, seguido de *Pitangus sulphuratus* con cuatro individuos. En el humedal HLSF se registraron un total de 20 individuos pertenecientes a 11 especies. La especie más abundante fue *Streptopelia decaocto* con un total de cinco individuos identificados, seguido de *Columbina inca* con tres individuos. En el humedal HCDT, se registraron un total de 19 individuos pertenecientes a ocho especies, la especie más abundante fue *Passer domesticus* con un total de cuatro individuos seguido de *Quiscalus mexicanus* y *Columbina livia* cada una con tres individuos. La comparación de medias de la riqueza y abundancia de especies no difirió significativamente entre sitios en esta estación climática (Kruskal-Wallis:  $H= 0.037$ ;  $P 0.045$ ), así mismo, la cuantificación de la diversidad específica de cada lugar mediante el índice de Shannon ( $H'$ ), arrojó valores para HPMSR ( $H'= 2.222$ ), HCDT ( $H'= 2.016$ ) y HLSF ( $H'= 2.221$ ); lo cual, la población de la comunidad de aves identificadas en los tres sitios de estudio para la estación climática de primavera presenta una diversidad media (Tabla 6).

**Tabla 6.** Abundancia, riqueza y diversidad de especies de la estación climática primavera entre los tres sitios de estudio.

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN PRIMAVERA		ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H')
<b>HPMSR</b>	<b>24</b>	H': 2,222 - Diversidad Media
<i>Quiscalus mexicanus</i>	5	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	3	
<i>Turdus grayi</i>	3	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	2	
<i>Dives dives</i>	2	
<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Geothlypis trichas</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Columbina inca</i>	1	
<b>HCDT</b>	<b>19</b>	
<i>Passer domesticus</i>	4	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	
<i>Columbina livia</i>	3	
<i>Dives dives</i>	3	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	2	
<i>Geothlypis trichas</i>	2	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<b>HLSF</b>	<b>18</b>	H': 2,221 - Diversidad Media
<i>Streptopelia decaocto</i>	5	
<i>Columbina inca</i>	3	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	
<i>Thraupis abbas</i>	2	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	
<i>Passer domesticus</i>	1	
<i>Empidonax sp</i>	1	
<i>Geothlypis trichas</i>	1	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<i>Dives dives</i>	1	
La comparación de medias no difirió significativamente entre sitios en esta estación climática ( <b>Kruskal-Wallis: P 0,045</b> )		

#### 2.5.3.4 Estación climática verano

La estación climática de verano presentó un total de 102 individuos de 14 especies identificadas (Tabla 7). En el humedal HPMSR se registraron un total de 41 individuos pertenecientes a 11 especies, *Hirundo rustica* fue la especie con mayor abundancia de individuos con un total de 7, seguido de *Passer domesticus* y *Chlorospingus flavopectus* con cinco individuos. En el humedal HLSF se registraron un total de 34 individuos pertenecientes a nueve especies, siendo *Streptopelia decaocto* la especie con mayor cantidad de individuos identificados con un total de siete, seguido de *Passer domesticus*, *Empidonax sp*, *Hirundo rustica*, *Zenaida macroura* con un total de cuatro individuos para cada especie. En el humedal HCDT se registraron un total de 27 individuos

pertenecientes a nueve especies, *Myiozetetes similis* y *Empidonax sp*, fueron las especies con mayor abundancia con un total de cuatro individuos identificados para cada una. La cuantificación de la diversidad específica de cada lugar mediante el índice de Shannon ( $H'$ ), arrojó valores de diversidad media en los tres sitios de estudio HPMSR ( $H' = 2.529$ ), HCDT ( $H' = 2.153$ ) y HLSF ( $H' = 2.124$ ), no se encontraron diferencias significativas de la riqueza y abundancia de especies entre los sitios (Kruskal-Wallis:  $H = 0.8848$ ;  $P = 0.7059$ ) (Tabla 7).

**Tabla 7.** Abundancia, riqueza y diversidad de especies de la estación climática verano entre los tres sitios de estudio.

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN VERANO		ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON ( $H'$ )
<b>HPMSR</b>	<b>41</b>	H': 2,529 - Diversidad Media.
<i>Hirundo rustica</i>	7	
<i>Passer domesticus</i>	5	
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	5	
<i>Lanius ludovicianus</i>	4	
<i>Columbina livia</i>	4	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	
<i>Zenaida macroura</i>	3	
<i>pipilo maculatus</i>	3	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	3	
<i>Turdus grayi</i>	2	
<i>Myiozetetes similis</i>	1	
<b>HCDT</b>	<b>27</b>	
<i>Myiozetetes similis</i>	4	
<i>Empidonax sp</i>	4	
<i>Columbina livia</i>	3	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	
<i>Passer domesticus</i>	3	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	3	
<i>pipilo maculatus</i>	3	
<i>Turdus grayi</i>	3	
<i>Zenaida macroura</i>	1	
<b>HLSF</b>	<b>34</b>	H': 2,124 - Diversidad Media.
<i>Streptopelia decaocto</i>	7	
<i>Passer domesticus</i>	4	
<i>Empidonax sp</i>	4	
<i>Hirundo rustica</i>	4	
<i>Zenaida macroura</i>	4	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	3	
<i>Phylloscopus borealoides</i>	3	
<i>Myiozetetes similis</i>	2	

La comparación de medias no difirió significativamente entre sitios en esta estación climática (**Kruskal-Wallis: H: 0,8848; P= 0,7059**)

Se concluye que la diversidad de aves difirió significativamente entre los sitios de estudio y entre estaciones climáticas ( $P \leq 0.05$ ), así mismo, el índice de Shannon ( $H'$ ) da a conocer que la diversidad de aves en los sitios y temporadas fue media/baja.

## 2.6 Discusión diagnóstico de avifauna

El estado de Veracruz presenta más de 1.700 hectáreas de áreas privadas de conservación siendo considerado uno de los corredores biológicos más importantes para las especies de aves nativas y migratorias, por ser la región con las mejores condiciones geográficas y climatológicas durante su recorrido del norte hacia el hemisferio sur, además, gracias a la orografía del estado, Veracruz es el escenario ideal para el vuelo de estas comunidades debido a sus grandes extensiones planas y con temperaturas altas en donde se generan corrientes termales ascendentes (columnas de aire caliente que sube) siendo fundamentales para el vuelo planeado de las diferentes especies de aves durante sus recorridos migratorios (Secretaría de Turismo de Veracruz, 2013).

El recorrido de la migración de las comunidades de aves suelen realizarlo dos veces al año, uno antes de reproducirse, denominado migración prenupcial (viajan desde las áreas de invernada a las de cría) el viaje se desarrolla entre finales del invierno y primavera, y otro después de la nidificación denominada migración posnupcial que suele realizarse en verano/otoño (Cubero, 2015).

Sin embargo, a lo largo de un año, se pueden observar diferentes cambios a nivel estacional y de características ambientales, específicamente en los ecosistemas urbanos, los más notorios son el incremento o disminución de la temperatura, la precipitación, los vientos, fotoperíodos, cambio en la estructura vegetal y variación en los ciclos hidrológicos, lo que conlleva al cambio en la fenología de la fauna presente en estos sistemas (Matú-Álvarez y Feldman, 2018). La fenología es muy importante para la diversidad y funcionamiento de los ecosistemas, debido a que es la base de las interacciones entre organismos (Dorantes-Euan y Feldman, 2017). Es decir, que, si alguno de los organismos cambia su fenología, esto repercutirá en todo el ecosistema.

La temporada de verano fue la que presentó mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies en los tres sitios de estudio. Sobresalieron los registros de las especies *Hirundo rustica*, *Myiozetetes similis* y *Streptopelia decaocto*, *Passer domesticus*, *Chlorospingus flavopectus* y *Empidonax sp* (Tabla 7) consideradas aves migratorias, nativas e introducidas, lo que refleja la heterogeneidad ecosistémica de los humedales en cuestión. A su vez, este incremento en la riqueza y abundancia de especies en los sitios de estudio, indica una dinámica temporal de las especies marcada por la entrada y salida de especies migratorias, esto puede deberse a factores bióticos y abióticos, como la alta disponibilidad de alimento y excelentes condiciones ambientales que presenta esta temporada para las comunidades de aves.

Las especies anteriormente mencionadas, se han adaptado a los espacios urbanos, desarrollándose en entornos donde hay presencia de vegetación arbórea y herbácea para su sustento alimenticio y nidificación. Durante los recorridos, se percibió a estas especies forrajeando y alimentándose de *Prunus capulí*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea purpurea*, *Juncus effusus*, *Malva verticillata*.

López-Segoviano et al. (2018) reportaron que la migración de las especies *Hirundo rustica*, *Myiozetetes similis* y *Streptopelia decaocto*, *Passer domesticus*, *Chlorospingus flavopectus* y *Empidonax sp*, se acoplan a la fenología floral de estas plantas, además, proponen que la fluctuación de los recursos alimenticios es uno de los principales factores que influye en la migración de las especies de aves en verano, ya sea altitudinal o latitudinal (Levey & Stiles, 1992; Newton, 2007), donde las comunidades de aves aprovechan para cuidar su descendencia, hasta que los pichones se defiendan solos y luego mudar su plumaje para empezar su largo viaje hacia las localidades tropicales, a finales de septiembre y principios de octubre. Durante esta época, el alimento escaseará en las latitudes extremas por el frío invierno, pero estará disponible en la zona tropical gracias a la ausencia de estaciones lo que repercute directamente en la composición de la comunidad de aves en la región (Berlanga et al., 2015).

Durante la primavera, la diversidad y abundancia de las comunidades de aves generalmente concentra una amplia abundancia y riqueza de especies por las excelentes condiciones ambientales y climatológicas que presenta esta estación (Juri y Chani, 2005). Los sitios de estudio en esta temporada presentaron una diversidad media HPMSR ( $H' = 2.222$ ), HCDT ( $H' = 2.016$ ) y HLSF ( $H' = 2.221$ ) (Tabla 6), y fue la segunda estación climática después de verano con mayor abundancia de individuos y riqueza de especies, presentando un total de 63 individuos de 16 especies identificadas. Esto se puede deber a que las comunidades de aves eligen ecosistemas y sitios con una vegetación robusta y estratificada que brinden mejores condiciones ambientales, abundante alimento, cantidad de luz y disponibilidad de pareja.

Las aves deciden en primavera migrar a latitudes donde existe una gran producción de alimento, principalmente insectos, y el clima es óptimo para reproducirse, cuidar de sus polluelos y mudar su plumaje (Ocampo-Peñuela, 2010). Sin embargo, al término de verano, las condiciones climáticas empiezan a ser adversas y muchas emprenden el vuelo a zonas tropicales (O'Reilly & Wingfield, 1995), que brinden un clima estable para descansar y prepararse para el período

reproductivo del siguiente año (Ocampo-Peñuela, 2010). Lo anterior, podría explicar las baja abundancia y diversidad durante otoño e invierno.

Por otro lado, la variación estacional está asociada a la dinámica poblacional que presentan cada una de las especies nativas y migratorias presentes en un gradiente urbano (Juri y Chani, 2005), el arribo de especies migrantes como *Geothlypis trichas*, *Myiozetetes similis*, *Phylloscopus borealoides*, *Pitangus sulphuratus*, *Streptopelia decaocto* durante el periodo reproductivo que se establece principalmente durante la temporada de primavera, contribuye a incrementar la riqueza específica durante la estación reproductiva como se reportó en la Tabla 6.

Sin embargo, las especies nativas como *Passer domesticus*, *Quiscalus mexicanus*, *Turdus grayi*, *Columbina inca*, *Columbina livia* propias de ecosistemas urbanos, juegan un papel clave en la definición ecosistémica de los humedales urbanos evaluados debido a su caracterización ecológica, ya que presentan baja redundancia funcional, es decir, si alguna de estas especies nativas desapareciera del ecosistema, ninguna otra especie podría llenar su nicho ecológico.

El ecosistema se vería obligado a cambiar radicalmente, permitiendo que especies nuevas y posiblemente invasoras pueblen el hábitat (Ocampo-Peñuela, 2010). En este sentido, el rol ecológico de las comunidades de aves, ya sean nativas o migratorias, definen la estructura y función de un ecosistema, estableciéndose como prioridad su conservación y preservación.

La estación climática de otoño es considerada la temporada de descanso para las comunidades de aves durante su proceso migratorio. los humedales urbanos en estudio, según lo reportado por González-Nochebuena et al. (2021) presentaron una amplia abundancia de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas como *Gleditsia triacanthos*, *Typha domingensis*, *Eleocharis mutata*, *Polygonum acuminatum*, *Mikania micrantha*, *Xanthosoma robustum* que sirven como refugio, sitios de nidificación y alimentación durante esta etapa. En este estudio, durante esta temporada climática el valor de diversidad para HPMSR fue de ( $H' = 2.008$ ) presentando índice de abundancia y riqueza de especies nativas y migratorias más amplio como *Chlorospingus flavopectus*, *Phylloscopus borealoides*, *Turdus grayi*, *Columbina inca*, *Quiscalus mexicanus*, con relación a los otros dos sitios de estudio HCDT ( $H' = 1.517$ ) y HLSF ( $H' = 1.516$ ) (Tabla 4).

Esto se puede deber a que HPMSR es el humedal con mayor área y está considerado un área natural protegida por las entidades gubernamentales, por ende, presenta mejor estado de conservación, aportando a tener valores altos de abundancia y riqueza de especies durante esta temporada (Tabla 1).

Se evidencia que HLSF y HCDT al ser ecosistemas con menor área, estar rodeados de urbanización, falta de atención por parte las entidades encargadas de la protección (Figura, 21), estos factores juegan un papel crucial en la conservación y preservación de la vegetación en estos ecosistemas, que sirven como sitios de refugio de cada una de los individuos nativos y migratorios de la región, evidenciándose esto en su baja abundancia y riqueza de especies en esta temporada.

El estudio realizado por Flores et al. (2005) da a conocer que los cambios en la estructura de la vegetación en los ecosistemas a causa de las actividades humanas provocan un acelerado deterioro en su biodiversidad (Kattan, 2000). Por ejemplo, varios investigadores (Mostacedo et al., 2001; Page, 2002) indican que los cambios en la estructura de la vegetación afectan el comportamiento de forrajeo de las aves a través de la disponibilidad de recursos como frutos, néctar, insectos adultos y larvas (Woltmann, 2000).

El invierno es la temporada climática más complicada para las comunidades de aves debido a que escasea el alimento, y las bajas temperaturas imponen duras condiciones de sobrevivencia, lo que genera que su mortalidad aumente, donde el paso de las especies migratorias latitudinales y la búsqueda de alimentos por las especies, se ve reflejado en el valor más bajo de riqueza (López-Segoviano et al., 2019).

Sin embargo, la estación de invierno es de vital importancia en las aves teniendo una enorme influencia en todas y cada una de las especies, tanto si son residentes como si son visitantes, y conlleva una serie de cambios para afrontar dicha estación: unos mediante la migración a otros lugares más cálidos; el resto alterando su distribución, su hábitat o su comportamiento (Alatorre, 2008). Uno de los cambios más importantes que se produce en el comportamiento de las aves en esta época es su transformación de hábitos territoriales en primavera a hábitos sociales y gregarios en invierno.

Ante lo anterior y según los resultados encontrados, la estación climática de invierno fue la que presentó los menores índices de diversidad ( $H'$ ) en los tres sitios de estudio. HPMSR ( $H' = 1.946$ ), en HCDT ( $H' = 1.609$ ) y en HLSF ( $H' = 1.748$ ), además, fue la estación climática que presentó los menores valores de abundancia y riqueza de especies en los tres sitios de estudio durante el desarrollo de la investigación (Tabla 5), siendo HPMSR el lugar que presentó mayor abundancia y riqueza de especies, aunque en valores muy bajos, seguido de HLSF y finalmente de HCDT.

Ocampo-Peñuela (2010) reporta que las especies migratorias durante su recorrido en busca de mejores condiciones para su sobrevivencia, a principios de la temporada invernal están llegando a

los extremos latitudinales de México, además, las especies nativas no generan mayor actividad con el fin de conservar el mayor contenido calórico lo que los hace más sensibles y vulnerables, por ende, se encontró mayor riqueza de especies nativas que migratorias en esta época de invierno siendo nativas, (*Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus*, *Wilsonia pusilla*, *Dives dives*) y migratorias (*Wilsonia pusilla*, *Myiozetetes similis*, *Pitangus sulphuratus*), no se encontraron diferencias significativas entre sitios (Kruskal-Wallis:  $H= 0.3099$ ;  $P 0.788$ ) (Tabla 5).

También, se justifica la variación en la abundancia, riqueza y diversidad de especies de la comunidad de aves en los tres sitios de estudio, por la influencia negativa que enfrenta el mundo frente al cambio climático, donde afecta la estructura y funcionamiento ecosistémico en este caso de los humedales urbanos, Matú-Álvarez y Feldman (2018) mencionan que los cambios en la temperatura asociados al cambio climático han provocado que las aves migratorias anticipen las salidas en invierno (Miller-Rushing et al., 2008) y retrasen su fecha de llegada a sus sitios de descanso en la temporada de otoño (Peñuelas & Fillela, 2001).

Al mismo tiempo, la evidencia sugiere que existe un cambio en la duración de su período migratorio, en donde algunas especies han ampliado o reducido la duración de su tiempo de migración, ocasionado principalmente por el aumento de temperatura y humedad (Barton & Sandercock, 2018). Asimismo, al ocurrir estos desajustes en su fenología se ha demostrado que muchas aves no han sido capaces de ajustarse a estos cambios, lo que ha ocasionado una disminución en los tamaños poblacionales de muchas especies (Saíno et al., 2011) especialmente las que vuelan grandes distancias, siendo ecológicamente sensibles a los cambios y perturbaciones de su entorno y hábitat. (Both et al., 2006), como lo es el caso específico para los géneros *Pitangus*, *Myiozetetes* y *Wilsonia*.

Por otro lado, los resultados de este estudio revelan que el área de cada uno de los humedales en estudio, pudo afectar indirectamente en la abundancia, riqueza y diversidad de la comunidad de aves. Vilá (1997) menciona que los ecosistemas que presentan menor proporción de área, tienden a tener menor abundancia y riqueza de especies, alterando su diversidad, debido a que no tienen la misma disponibilidad de recursos ambientales con relación a los que tienen una mayor área. Además, Buzo-Franco y Hernández-Santín (2004) mencionan que la urbanización provoca que distintas especies de aves se vean afectadas por la dinámica espacial que se presenta en una determinada área. En el caso del humedal HCDT, es el ecosistema con menor área (6,663.63 m<sup>2</sup>) y menor cantidad de especies vegetales acuáticas, subacuáticas y terrestres, seguido del humedal

HLSF (23,155.39 m<sup>2</sup>), los cuales son ecosistemas que se encuentran rodeados de urbanización, a diferencia del humedal HPMSR que presenta un área de (60,082.68 m<sup>2</sup>) y se encuentra contiguo a una amplia extensión de bosque mesófilo de montaña albergando gran cantidad de especies endémicas y migratorias (Navarro-Sigüenza et al., 2014), lo cual pudo influir en los hallazgos de este estudio, alterando la abundancia, riqueza y diversidad de las especies de aves en cada sitio.

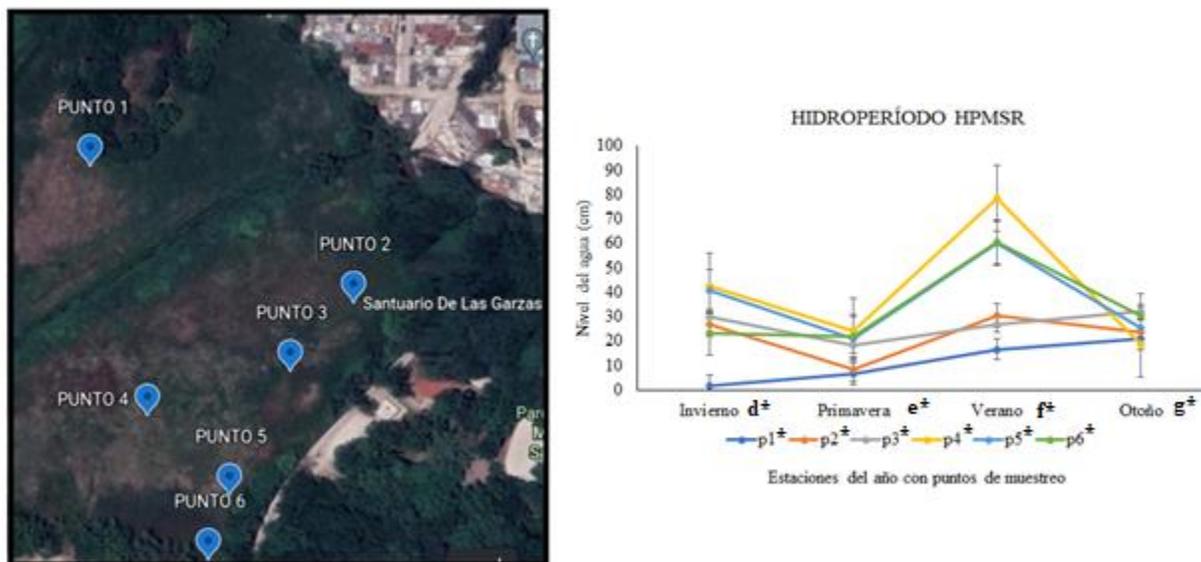
Lo anterior, se corrobora con el trabajo realizado por Juri y Chani (2005) en un gradiente urbano en Tucumán, Argentina. Donde determinan que el estado de conservación de la vegetación en un determinado territorio, que no esté altamente influenciado por el desarrollo urbano y por actividades antropogénicas, juega un papel importante en la abundancia y riqueza relativa de las especies de las comunidades de aves. Especifican que, en las zonas urbanas con mayor volumen de vegetación, la riqueza de especies en general es mayor y, en particular, la proporción de especies visitantes.

## **2.7 Resultados perfil del agua**

### ***2.7.1 Nivel del agua durante un año (2021 – 2022)***

#### ***2.7.1.1 HPMSR***

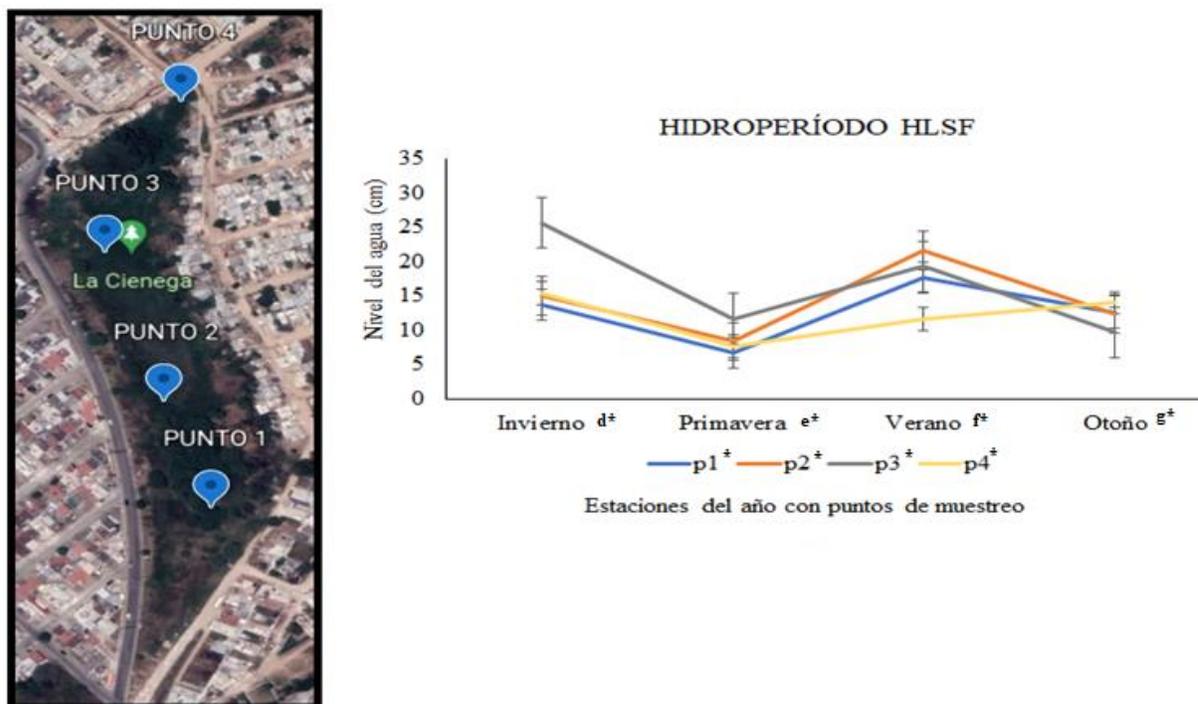
Con respecto al nivel de agua, se evidenció que, en el HPMSR (Figura 3), el punto uno seguido del punto dos y punto tres fueron los que menos cantidad de agua presentaron en las cuatro temporadas, los otros puntos, cuatro, cinco y seis, en las temporadas de verano e invierno, presentaron niveles máximos entre 45 y 80 cm, a diferencia de primavera y otoño, donde se presentaron niveles máximos entre 20 y 30 cm, siendo primavera la estación con menor cantidad de agua, estas variaciones en el hidropérido presentaron diferencias estadísticas entre estaciones climáticas para este sitio ( $\chi^2= 0.018$ ) y entre puntos de muestreo ( $\chi^2: 0.021$ )



**Figura 3.** Nivel del agua anual (2021-2022) (HPMSR). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas ( $d^*$ ,  $e^*$ ,  $f^*$ ,  $g^*$ ) y entre puntos de muestreo (\*).

### 2.7.1.2 HLSF

Para el humedal HLSF (Figura 4), se detectó que el flujo del agua fluye desde el punto uno hacia el punto cuatro debido a la topografía del sitio. Cuando se analizaron los niveles de agua de acuerdo con las temporadas climáticas, se evidenció que durante el invierno y verano se presentaron niveles de inundación, con alturas de columna de agua sobre el suelo entre 23 y 25 cm, mayormente en el punto dos y tres, siendo primavera y otoño las temporadas con menor nivel de inundación con niveles máximos entre 10 y 15 cm específicamente en los puntos uno y cuatro. Sin embargo, el comportamiento del nivel arrojó diferencias estadísticas entre estaciones climáticas para este sitio ( $\chi^2$ : 0.029) y entre puntos de muestreo ( $\chi^2$ : 0.013)

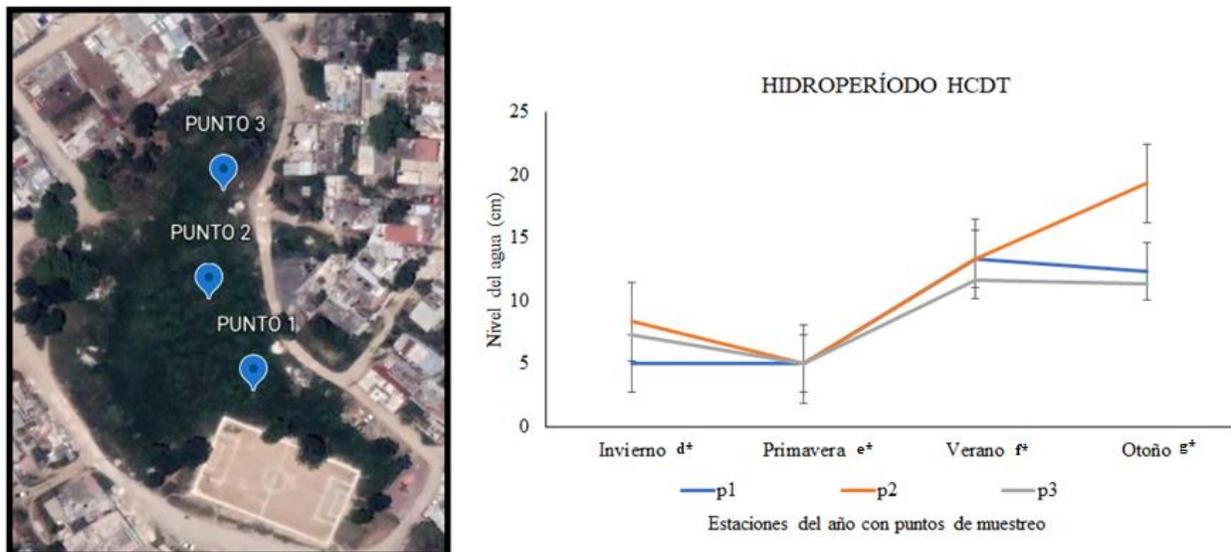


**Figura 4.** Nivel del agua anual (2021-2022) (HLSF). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas ( $d^*$ ,  $e^*$ ,  $f^*$ ,  $g^*$ ) y entre puntos de muestreo (\*).

### 2.7.1.3 HCDT

En el humedal HCDT (Figura 5), se observó que las temporadas de verano y otoño fueron donde se evidenciaron niveles máximos de agua entre 14 y 20 cm, mayormente en el punto dos a diferencia de invierno y primavera, donde los niveles oscilaron entre cinco y nueve cm donde fueron menores en el punto uno y punto tres. Se encontraron diferencias estadísticas entre estaciones climáticas para este sitio ( $\chi^2$ : 0.043) y entre puntos de muestreo ( $\chi^2$ : 0.023)

Cabe recalcar que, de acuerdo a los relatos de la sociedad que colinda con el ecosistema, en este humedal unos años atrás se presentaban inundaciones constantes, por esto, se construyó un colector profundo que hizo que el humedal drene de manera más eficiente, esto, se evidencia en el flujo que tiene el agua desde el punto uno al punto tres, y se logra ver que, en la temporada de verano donde por lo general hay lluvias masivas, hay bajos niveles de agua, en comparación a los otros dos sitios en cuestión.



**Figura 5.** Nivel del agua anual (2021-2022) (HCDT). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas (d\*, e\*, f\*, g\*) y entre puntos de muestreo (\*).

## 2.8 Discusión nivel del agua

El reservorio de agua en los humedales es uno de los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas actuando como suministro de agua potable, sin embargo, este beneficio se ve sujeto a la degradación constante y condiciones antrópicas en que se ven inmersos estos ecosistemas (Travieso-Bello et al., 2005). La cantidad de agua o hidropériodo es específicamente la frecuencia con que se inunda un sitio de manera temporal o permanente. Flores-Verdugo et al. (2007) mencionan que el conocer estas condiciones, permite evaluar el mantenimiento de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, debido a que estas crean condiciones fisicoquímicas únicas que interfieren en la acumulación de materia orgánica, disponibilidad de nutrientes, riqueza y composición de especies y la productividad primaria. Además, el hidropériodo también está relacionado con la topografía de la zona y el componente biótico del ecosistema, cuando se modifican o se alteran las condiciones hidrológicas, la biota presente responde estrictamente en la composición y riqueza de especies y en la productividad del ecosistema (Travieso-Bello et al., 2005).

Según Flores-Verdugo et al. (2007) estos cambios en el hidropériodo están condicionados por las características físicas del terreno, las condiciones antrópicas a las que se ven expuestos estos ecosistemas, y por la precipitación pluvial entre temporadas. En este sentido, estos cambios en la

cantidad de agua se deben a que en la estación climática de verano e invierno y parte de otoño hay lluvias constantes en la región de estudio, finalizando estas en octubre y retomando el fenómeno hasta principios de invierno, siendo primavera la época más seca del año, viéndose esto reflejado en los hidroperíodo de los humedales.

La constante inundación que presentan estos ecosistemas, demuestra que aún conservan su estructura y funcionamiento como humedales pese al constante deterioro en que se ven inmersos. Los niveles de agua encontrados son un atributo de estos ecosistemas, el hecho de que los humedales estudiados en Xalapa permanezcan inundados gran parte del año, permite el desarrollo de vegetación de humedal, aportando significativamente en cada uno de los procesos físicos, biológicos, y químicos, contribuyendo a mantener la estabilidad natural en estos ecosistemas (Department of Environment and Conservation, 2012). Además, influye en muchas de las funciones que los humedales realizan y que benefician al ser humano en forma directa o indirecta, por ejemplo: mitigan el efecto de los fenómenos naturales, facilitan la recarga de los mantos freáticos, mejoran la calidad del agua, generan gran cantidad de materias primas (Secretaría de la Convención Ramsar, 1996).

Las plantas de los humedales son la base de la cadena alimenticia, proporcionan hábitat a otros grupos taxonómicos al aportar estructura física y heterogeneidad en los lugares en los que habitan, brindando alimento, zonas de refugio, reproducción y anidación a la fauna (Cronk y Fennessy, 2001; Lot y Novelo, 2004). Intervienen en el movimiento y reserva del agua, regulan las concentraciones de oxígeno, filtran impurezas y sedimentos (Lot y Novelo, 2004), proporcionan resistencia ante la erosión (Secretaría de la Convención de Ramsar, 1996) e influyen en la temperatura, regímenes de luz y la química del agua (Van der Valk, 2006).

Además del sustancial papel ambiental que juega la vegetación es una importante herramienta para los investigadores y manejadores de humedales, ya que facilita la identificación y delimitación de estos ecosistemas y es un excelente indicador de su salud (Cronk y Fennessy, 2001). La vegetación de los humedales puede ser utilizada para evaluar prácticas de manejo, medir proyectos de restauración y mitigación, y para tomar decisiones relevantes de manejo de recursos en los humedales (EPA, 2002).

## 2.9 Resultados calidad del agua

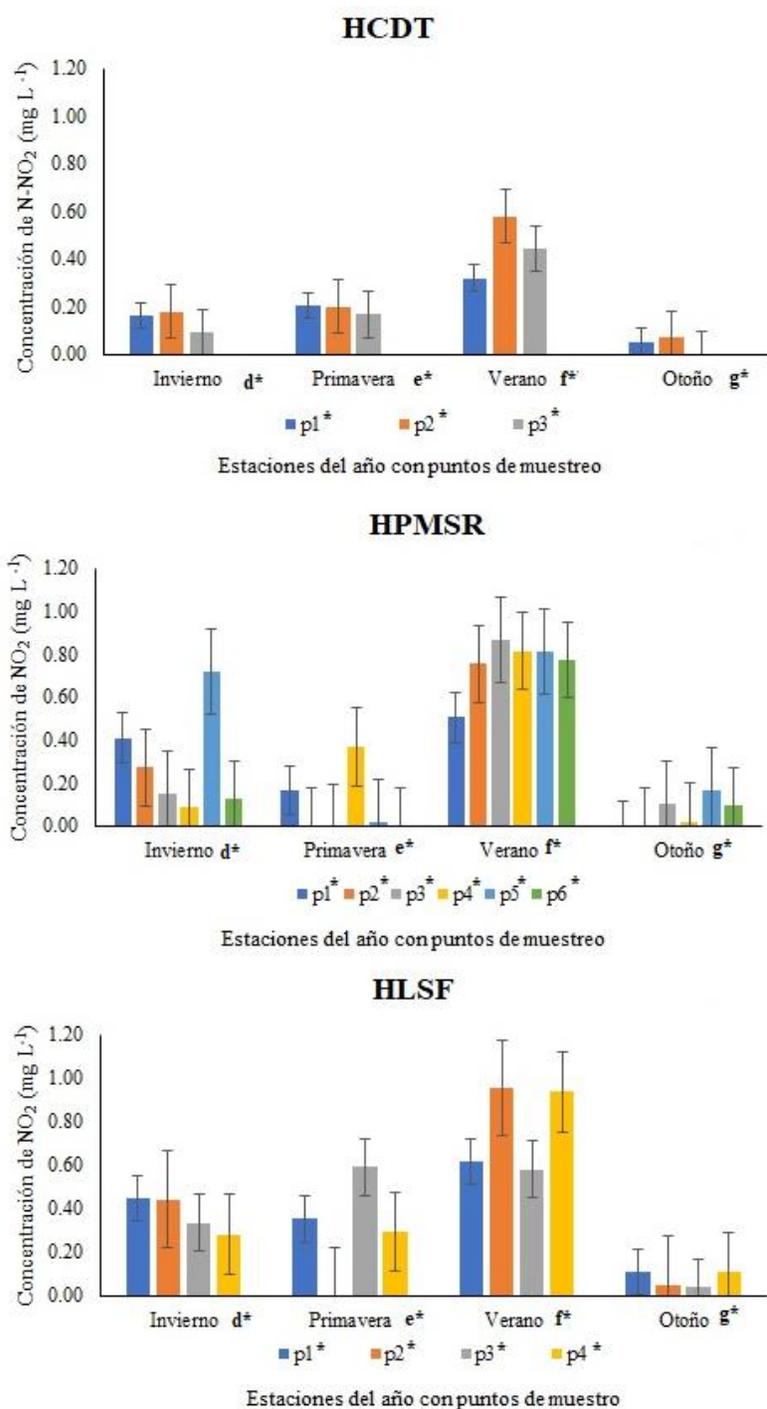
### 2.9.1 Concentración de Nitritos ( $N-NO_2$ )

La concentración de nitrógeno en forma de nitritos ( $N-NO_2$ ) presentes en los tres sitios de estudio (HCDT, HPMSR, HLSF) durante las cuatro temporadas climáticas del año, arrojó diferencias significativas entre los puntos de muestreo ( $P$  0.011) y entre temporadas climáticas ( $P$  0.001). Siendo HLSF quien presentó mayores concentraciones de  $N-NO_2$  hasta  $0.96 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.012) específicamente en la temporada de verano ( $P$  0.047).

En el sitio HCDT (Figura 6 a), se encontraron diferencias significativas entre sus tres puntos de muestreo, siendo significativamente mayor los puntos dos ( $P$  0.007) y significativamente menor el punto uno ( $P$  0.001) y tres ( $P$  0.006), las variaciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en la temporada de verano con concentraciones entre  $0.32$  y  $0.58 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.033) y primavera entre  $0.17$  y  $0.21 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.034) y significativamente menores en otoño con concentraciones entre  $0$  y  $0.05 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.008) e invierno entre  $0.09$  y  $0.16 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.005).

En el sitio HPMSR (Figura 6 b), se encontraron diferencias significativas entre sus seis puntos de muestreo, siendo significativamente mayor las concentraciones en los puntos tres ( $P$  0.037), cuatro ( $P$  0.027) y cinco ( $P$  0.028), y significativamente menores los puntos uno ( $P$  0.007), dos ( $P$  0.001) y seis ( $P$  0.001), las variaciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en la temporada de verano con concentraciones entre  $0.51$  y  $0.86 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.038) e invierno entre  $0.09$  y  $0.41 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.001) y significativamente menores en otoño con concentraciones entre  $0$  y  $0.17 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.001) y primavera entre  $0$  y  $0.37 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.024).

En el área de estudio HLSF (Figura 6 c), se encontraron diferencias significativas entre sus cuatro puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en el punto dos ( $P$  0.037) y cuatro ( $P$  0.036) y significativamente menores en el puntos uno ( $P$  0.021) y tres ( $P$  0.022), las variaciones de las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en verano con concentraciones entre  $0.58$  y  $0.96 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.047) y primavera entre  $0$  y  $0.59 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.001) y significativamente menores en otoño con concentraciones  $0.04$  y  $0.11 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.022) e invierno entre  $0.28$  y  $0.45 \text{ mg L}^{-1}$  ( $P$  0.024).



**Figura 6.** Concentración en mg L<sup>-1</sup> de nitritos (N-NO<sub>2</sub>) durante un año (2021-2022). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas (d\*, e\*, f\*, g\*) y entre puntos de muestreo (\*).

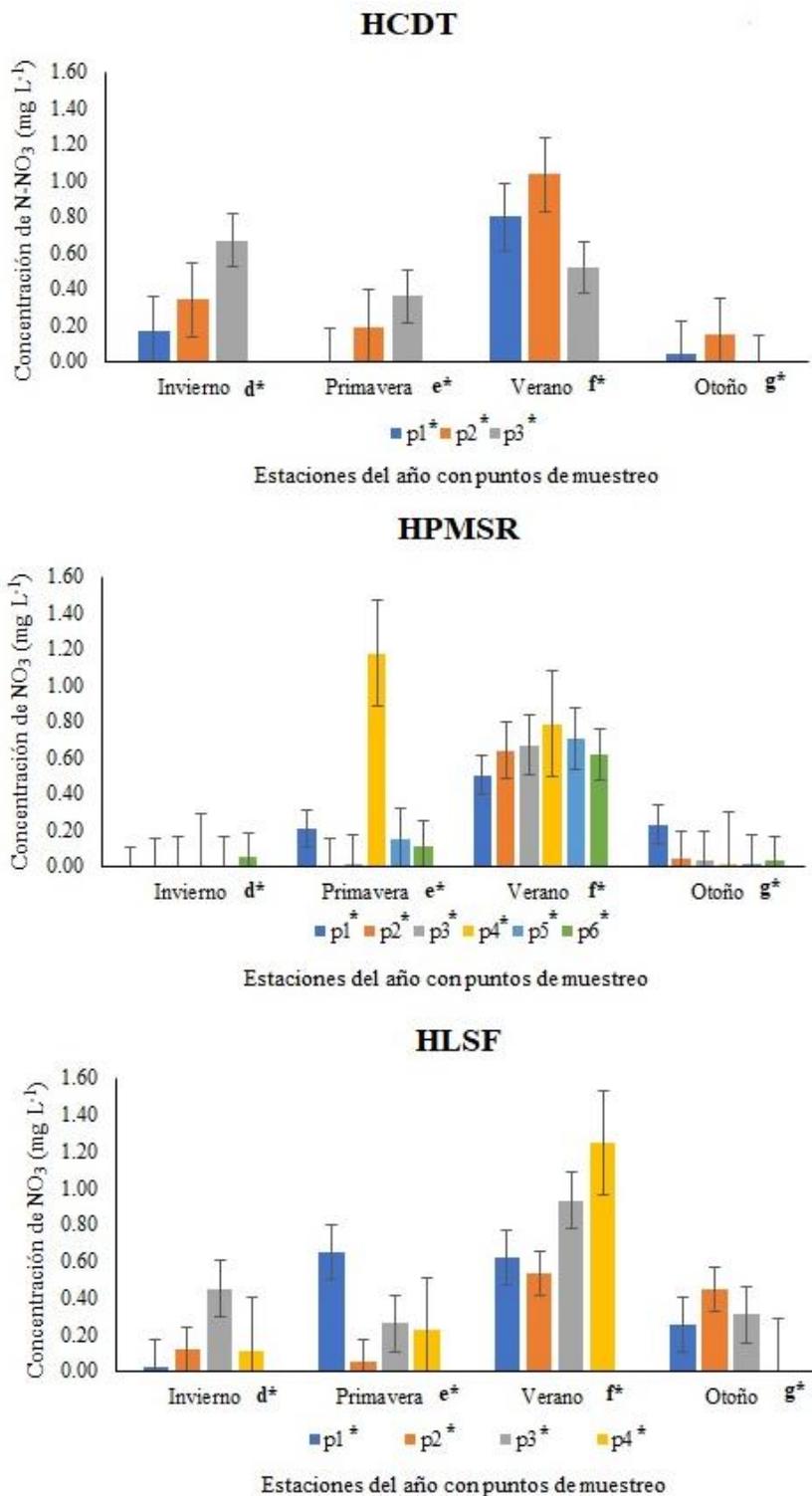
### 2.9.2 Concentración de Nitratos (N-NO<sub>3</sub>)

La concentración de nitrógeno en forma de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) presente en los tres sitios de estudio (HCDT, HPMSR, HLSF) durante las cuatro temporadas climáticas del año mostró diferencias significativas entre los puntos de muestreo ( $P$  0.023), y entre las temporadas climáticas ( $P$  0.017). Siendo HLSF quien presentó mayores concentraciones de N-NO<sub>3</sub> de hasta 1.25 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.042), específicamente en la temporada de verano ( $P$  0.013).

Los resultados sobre N-NO<sub>3</sub> en el sitio HCDT (Figura 7, a) arrojaron diferencias significativas entre los tres puntos de muestreo ( $P$  0.046), siendo significativamente mayores en los puntos dos ( $P$  0.001) y dos ( $P$  0.001) y significativamente menores en el punto tres ( $P$  0.023), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en verano con concentraciones entre 0.52 y 0.80 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.035) e invierno entre 0.17 y 0.67 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.001) y significativamente menores en otoño con concentraciones entre 0 y 0.15 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.001) y primavera entre 0 y 0.36 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.020).

En HPMSR (Figura 7, b), se encontraron diferencias significativas entre los seis puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en el punto tres ( $P$  0.041), cuatro ( $P$  0.047) y cinco ( $P$  0.007) y significativamente menores en los puntos dos ( $P$  0.001), tres ( $P$  0.001), y seis ( $P$  0.017), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en primavera con concentraciones de N-NO<sub>3</sub> entre 0 y 1.17 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.036) y verano entre 0.50 y 0.79 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.025) y significativamente menores en otoño con concentraciones entre 0.01 y 0.23 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.013) e invierno entre 0 y 0.05 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.019).

Finalmente, para el sitio HLSF (Figura 7, c), se encontraron diferencias significativas entre los cuatro puntos de muestreo, siendo significativamente mayor en los puntos tres ( $P$  0.007) y cuatro ( $P$  0.016), y significativamente menores en los puntos uno ( $P$  0.015) y dos ( $P$  0.017), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en verano con concentraciones de N-NO<sub>3</sub> entre 0.54 y 1.25 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.013) y primavera con concentraciones entre 0.06 y 0.65 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.020) y significativamente menores en otoño con concentraciones entre 0 y 0.45 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.010) e invierno con concentraciones entre 0.02 y 0.45 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.011).



**Figura 7.** Concentración en  $mg L^{-1}$  de nitratos ( $N-NO_3$ ) durante un año (2021-2022). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas ( $d^*, e^*, f^*, g^*$ ) y entre puntos de muestreo (\*).

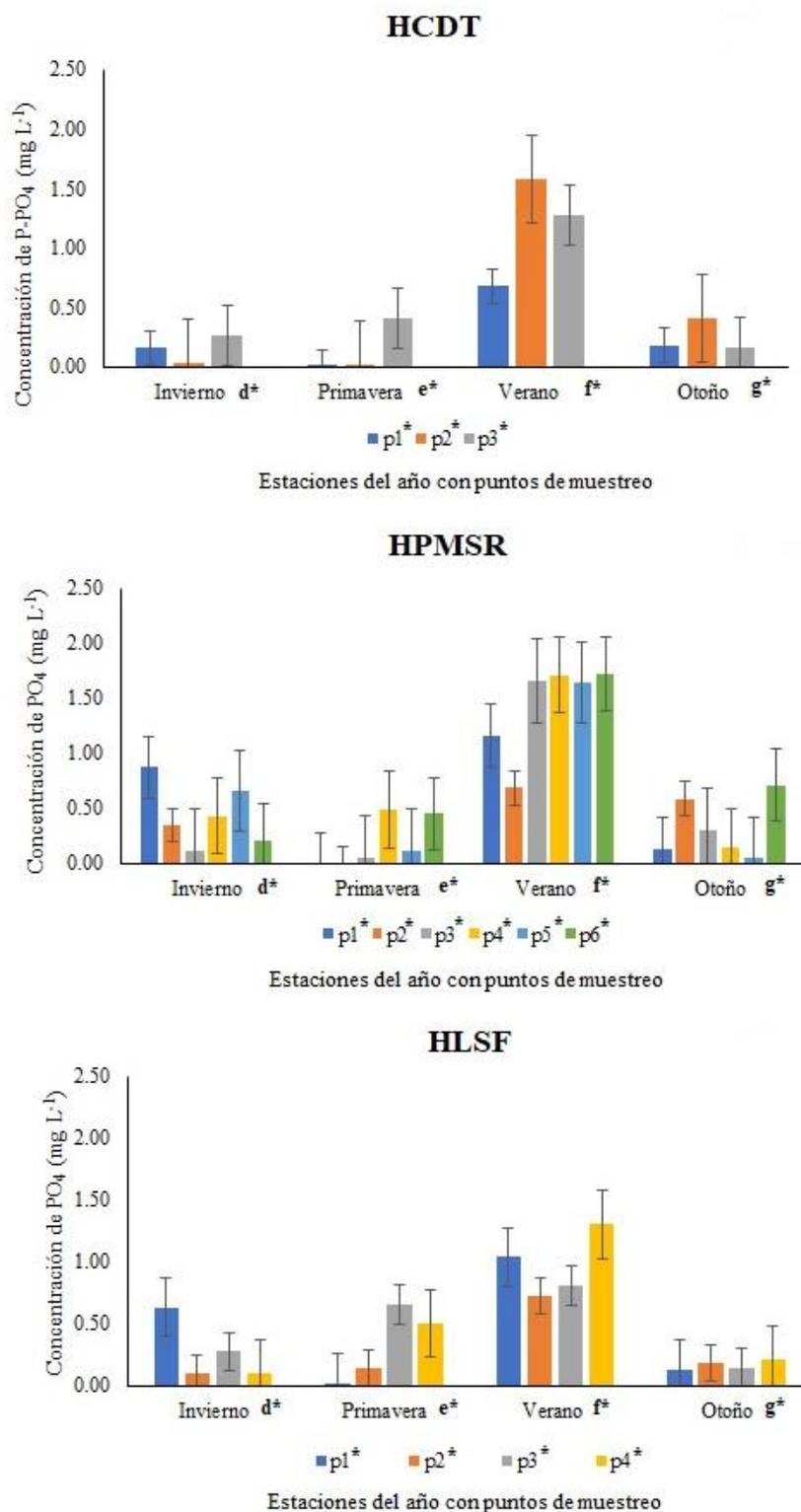
### 2.9.3 Concentración de Fosfatos (P-PO<sub>4</sub>)

La concentración de fósforo en forma de fosfatos (P-PO<sub>4</sub>) presentes en los tres sitios de estudio (HCDT, HPMSR, HLSF) durante las cuatro temporadas climáticas del año arrojó diferencias significativas entre los puntos de muestreo ( $P$  0.019), y entre temporadas climáticas ( $P$  0.002), siendo HPMSR quien presentó mayores concentraciones de P-PO<sub>4</sub> hasta 1.72 mg L<sup>-1</sup> ( $P$ : 0.001), específicamente en la temporada de verano ( $P$  0.013).

Los resultados mostraron que para el sitio HCDT (Figura 8, a), se encontraron diferencias significativas entre los tres puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en los puntos dos ( $P$  0.006), y tres ( $P$  0.039), y significativamente menor en el punto uno ( $P$  0.004), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en verano con concentraciones de P-PO<sub>4</sub> entre 0.68 y 1.58 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.048) y significativamente menores en otoño con concentraciones entre 0.16 y 0.41 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.012), primavera con concentraciones entre 0 y 0.41 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.001) e invierno con concentraciones entre 0.03 y 0.27 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.001).

En el humedal HPMSR (Figura 8, b), se encontraron diferencias significativas entre los seis puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en los puntos, tres ( $P$  0.013), cuatro ( $P$  0.012), cinco ( $P$  0.013) y seis ( $P$  0.015), significativamente menores en los puntos uno ( $P$  0.001) y dos ( $P$  0.001), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayores en verano con concentraciones de P-PO<sub>4</sub> entre 0.69 y 1.72 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.013) e invierno con concentraciones entre 0.11 y 0.88 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.010) y significativamente menores en primavera con concentraciones entre 0 y 0.49 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.035) y otoño con concentraciones entre 0.06 y 0.72 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.025).

En HLSF (Figura 8, c) también se encontraron diferencias significativas entre los cuatro puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en los puntos uno ( $P$  0.022) y cuatro ( $P$  0.017), y significativamente menores en los puntos dos ( $P$  0.001) y tres ( $P$  0.002), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayor en verano con concentraciones de P-PO<sub>4</sub> entre 0.73 y 1.30 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.009), invierno con concentraciones entre 0.10 y 0.63 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.012) y primavera con concentraciones entre 0.02 y 0.66 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.012) y significativamente menores en la temporada de otoño la cual arrojó concentraciones entre 0.13 y 0.21 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.047).



**Figura 8.** Concentración en mg L<sup>-1</sup> de fosfatos (P-PO<sub>4</sub>) durante un año (2021-2022). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas (d\*, e\*, f\*, g\*) y entre puntos de muestreo (\*).

### 2.9.4 Concentración de Sulfatos ( $SO_4$ )

El origen de este ion en las aguas superficiales de un ecosistema se debe fundamentalmente a los procesos de disolución de yesos, de descargas y desechos industriales, minería y utilización de fertilizantes agrícolas, así mismo, Molleván-Mendoza (2003) menciona que las bacterias sulfato reductoras desintegran las excreciones de los organismos y cuerpos de vegetación en forma de ( $SO_4$ ) siendo depositado generalmente en el sedimento del ecosistema y parte del perfil del agua.

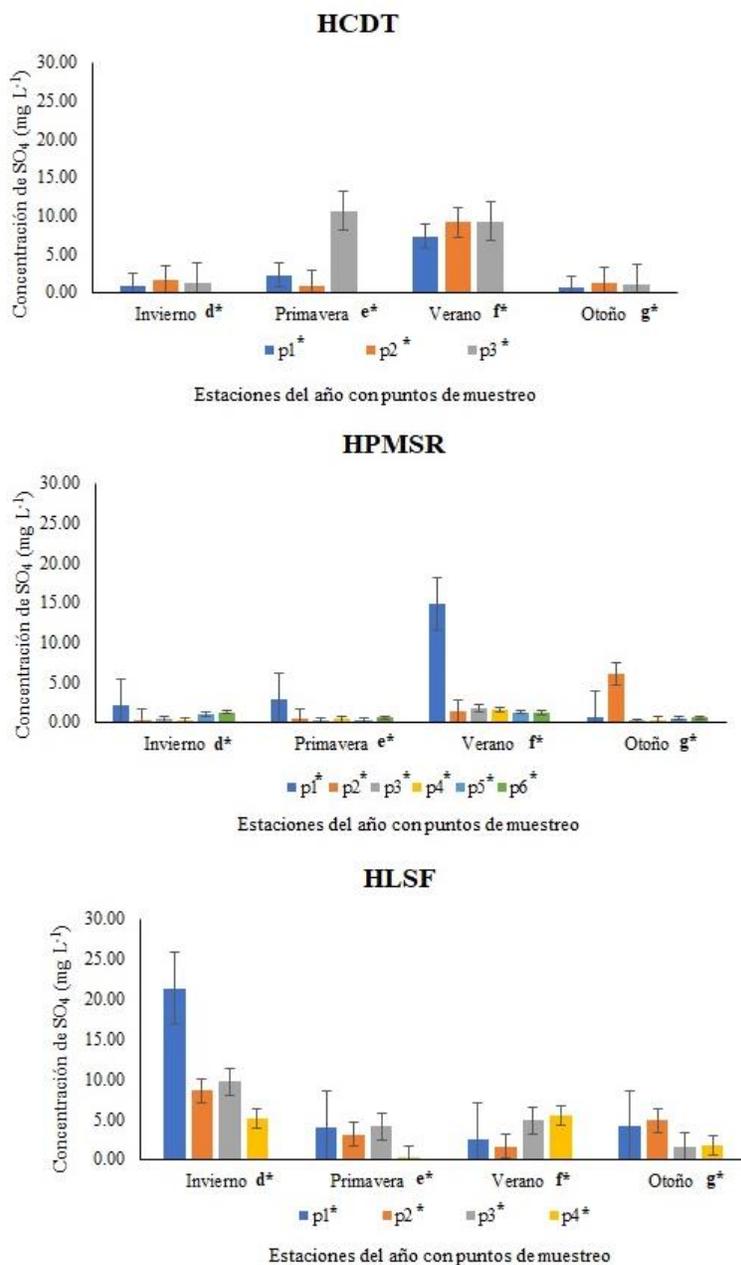
En este sentido, la concentración de sulfatos ( $SO_4$ ) presentes en los tres sitios de estudio (HCDT, HPMSR, HLSF) durante las temporadas climáticas del año, mostró diferencias significativas entre los puntos de muestreo ( $P$  0.006), y también entre las temporadas climáticas ( $P$  0.049), siendo HLSF quien presentó mayores concentraciones de  $SO_4$  hasta 21.36 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.012) específicamente en la temporada de invierno ( $P$  0.010).

Los resultados mostraron que para el sitio HCDT (Figura 9, a), mostraron diferencias significativas entre los tres puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en los puntos dos ( $P$  0.029) y tres ( $P$  0.027) y significativamente menor en el punto uno ( $P$  0.001), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayor en primavera con concentraciones de  $SO_4$  entre 0.91 y 10.66 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.028) y verano con concentraciones entre 7.32 y 9.30 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.049) y significativamente menores en invierno con concentraciones entre 0.88 y 1.59 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.041) y otoño con concentraciones entre 0.67 y 1.34 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.019).

En el área de estudio HPMSR (Figura 9, b) los valores entre los seis puntos de muestreo difirieron significativamente, siendo significativamente mayores en los puntos uno ( $P$  0.019), tres ( $P$  0.022) y cuatro ( $P$  0.042) y significativamente menores en los puntos dos ( $P$  0.001), cinco ( $P$  0.001) y seis ( $P$  0.001), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron mayor en verano con concentraciones de  $SO_4$  entre 1.21 y 14.89 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.016), otoño con concentraciones entre 0.05 y 6.12 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.037) y significativamente menores en invierno con concentraciones entre 0.32 y 2.15 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.020) y primavera con concentraciones entre 0.17 y 2.97 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.011)

En HLSF (Figura 9, c), se encontraron diferencias significativas entre puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en los puntos tres ( $P$  0.0043) y cuatro ( $P$  0.049) y significativamente menores en los puntos uno ( $P$  0.021) y dos ( $P$  0.011), las concentraciones entre las temporadas climáticas, fueron significativamente mayor en invierno con concentraciones de  $SO_4$  entre 5.13 y 21.36 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.020) y significativamente menores en verano con

concentraciones entre 1.65 y 5.50 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.016), en primavera con concentraciones entre 0.35 y 4.08 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.011), y otoño con concentraciones entre 1.64 y 4.89 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.015).



**Figura 9.** Concentración en mg L<sup>-1</sup> de sulfatos (SO<sub>4</sub>) durante un año (2021-2022). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas (d\*,e\*,f\*,g\*) y entre puntos de muestreo (\*).

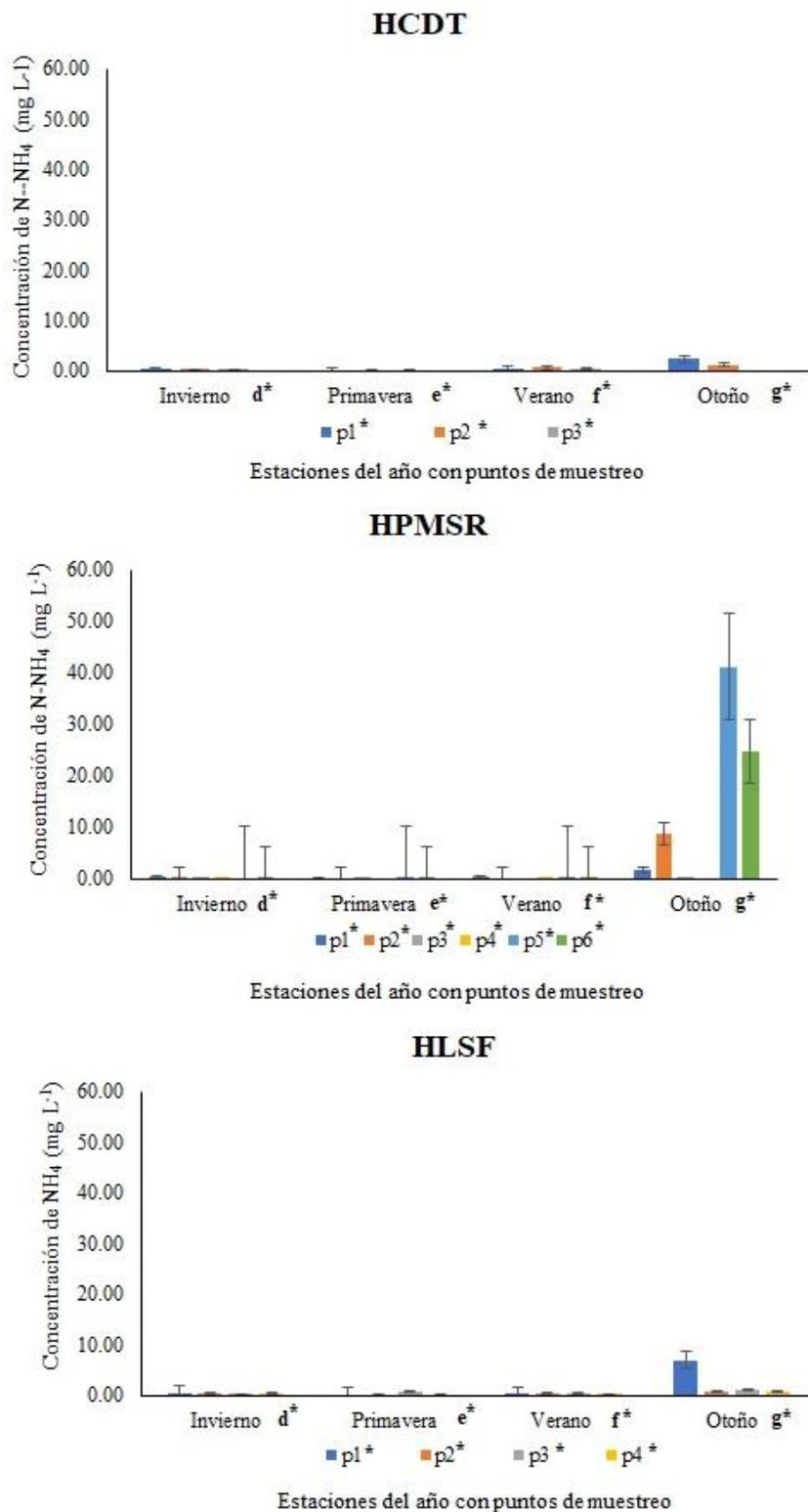
### 2.95 Concentración de Amonio (N-NH<sub>4</sub>)

La concentración de nitrógeno en forma de amonio (N-NH<sub>4</sub>) presentes en los tres sitios de estudio (HCDT, HPMSR, HLSF) durante las cuatro temporadas climáticas del año, arrojó diferencias significativas entre los puntos de muestreo ( $P$  0.035) y entre las temporadas climáticas ( $P$  0.012), siendo HPMSR quien presento concentraciones máximas de N-NH<sub>4</sub> hasta 41.20 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.026) principalmente en la temporada de otoño ( $P$  0.010).

Para el sitio HCDT (Figura 10, a) durante la temporada de invierno las concentraciones de N-NH<sub>4</sub> variaron entre 0 y 0.01 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.011). En primavera no se observó presencia del ion ( $P$  0.009), mientras que en verano las concentraciones oscilaron entre 0.53 y 0.71 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.001), y en otoño los valores oscilaron entre 1.30 y 2.30 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.001), en este sitio los análisis estadísticos arrojaron diferencias significativas entre los puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en los puntos uno ( $P$  0.011) y dos ( $P$  0.018) y significativamente menores en el punto tres ( $P$  0.001), y también entre las temporadas climáticas ( $P$  0.001).

En el área HPMSR (Figura 10, b) las concentraciones de N-NH<sub>4</sub> en invierno variaron entre 0 y 0.21 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.023) en primavera entre 0 y 0.07 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.034), en verano los valores oscilaron entre 0 y 0.35 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.009) y en otoño las concentraciones fueron altas difiriendo significativamente entre las temporadas donde se encontraron concentraciones entre 0 y 41.20 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.010), en este humedal los valores entre los puntos arrojaron diferencias significativas, siendo significativamente mayores en los puntos dos ( $P$  0.011), cinco ( $P$  0.018) y seis ( $P$  0.028) y significativamente menores en los puntos unos, ( $P$  0.008) tres ( $P$  0.001) y cuatro ( $P$  0.007).

Finalmente, en el humedal HLSF (Figura 10, c) en invierno se obtuvieron concentraciones entre 0.19 y 0.51 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.043) en primavera entre 0 y 0.81 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.038) en verano las concentraciones variaron entre 0.06 y 0.43 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.027) y en otoño, las concentraciones variaron entre 0.72 y 7.03 mg L<sup>-1</sup> ( $P$  0.018). Los análisis estadísticos para este sitio arrojaron diferencias significativas entre los puntos de muestreo, siendo significativamente mayores en los puntos uno ( $P$  0.028) y tres ( $P$  0.016), y significativamente menores en los puntos dos ( $P$  0.001) y cuatro ( $P$  0.001) y también entre la temporadas climáticas ( $P$  0.032).



**Figura 10.** Concentración en mg L<sup>-1</sup> de amonios (N-NH<sub>4</sub>) durante un año (2021-2022). Asteriscos y letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre temporadas (d\*, e\*, f\*, g\*) y entre puntos de muestreo (\*).

## 2.10 Discusión calidad del agua

La variación de las concentraciones de  $N-NO_2$  en aguas superficiales entre temporadas climáticas en cada uno de los sitios de estudio, se produce como consecuencia del ciclo natural del nitrógeno en el proceso de la biodegradación de nitratos, nitrógeno amoniacal u otros compuestos orgánicos nitrogenados por parte de las bacterias del género nitrosomonas y nitrobacter (Cabrera-Molina et al., 2003), así mismo, estas variaciones de  $N-NO_2$  durante las temporadas climáticas, también se pueden deber por fuentes antrópicas a causa del vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales y por fuentes difusas en puntos específicos, como las escorrentías pluviales mezcladas con aguas negras (Molleván-Mendoza, 2003).

En cada uno de los humedales en estudio, durante los recorridos de reconocimiento, se lograron identificar las tuberías de vertimiento de agua residual provenientes de las colonias aledañas a estos ecosistemas, corroborando lo anteriormente expuesto y justificando junto a los procesos naturales, la presencia de  $N-NO_2$  en cada uno de los humedales. Esto hizo que incrementaran las concentraciones de este ion principalmente en las temporadas de invierno y verano, donde se presentan mayores precipitaciones y por ende mayores escorrentías pluviales, transporte y presencia de este nutriente, generando la retención y acumulación del ion en el sustrato, a diferencia de la primavera y otoño donde la precipitación es menor, justificando con esto las diferencias estadísticas obtenidas.

Por otro lado, el  $N-NO_2$  al estar en un estado de oxidación intermedio entre el  $N-NH_4$  y el  $N-NO_3$ , la variabilidad de sus concentraciones es indicativo de contaminación de carácter fecal reciente (Molleván-Mendoza, 2003).

De tal forma, la variabilidad de la concentración de  $N-NO_2$  a través del tiempo en este estudio, dan una idea del funcionamiento del metabolismo de los humedales en cuestión para con el ciclo del nitrógeno y llevar a cabo el proceso de la nitrificación y desnitrificación.

Las concentraciones de  $N-NO_2$  en los tres sitios de estudio según los criterios ecológicos de calidad del agua, CE-CAA-001/89 (SEMARNAT, 2009) sobrepasaron el límite máximo permisible de la calidad de agua de  $0.06 \text{ mg L}^{-1}$  considerándose aguas contaminadas durante las 4 estaciones del año.

Por otro lado, la presencia de  $N-NO_3$  en las aguas superficiales en los tres humedales, es debido a que hay una liberación del ion  $N-NO_3$  cuando la materia orgánica se descompone por las bacterias del suelo, y por la disolución de rocas, además, el comportamiento de los  $N-NO_3$  depende de las

condiciones óxicas del sistema, ya que los procesos de descomposición cambian el estado de óxido-reducción de los nutrientes, proviniendo de la oxidación del ion (Molina, 2015).

Así mismo, según Molleván-Mendoza (2003) el incremento de concentración del  $\text{N-NO}_3$  está estrechamente relacionado con el ingreso de los vertientes de aguas residuales, los cuales al incorporar al sistema fluvial sobrecargas de contaminantes, rompen con el ciclo de autodepuración y la única forma para restablecer dicho proceso, es hasta que el material se haya disipado por dilución o por otros medios.

Por tanto, hace suponer que el enriquecimiento que se dio por condiciones naturales, junto con las escorrentías de aguas residuales y pluviales en puntos específicos, influenciaron de manera importante las concentraciones de  $\text{N-NO}_3$  en los tres humedales, principalmente en las temporadas de invierno, verano donde se encontró la mayor concentración del ion.

Gutiérrez (2013) menciona que el incremento de oxígeno en el cuerpo de agua entre las temporadas climáticas influye directamente en la relación de los procesos de nitrificación, reflejándose en el aumento considerable en las concentraciones de  $\text{N-NO}_3$  en el agua superficial, favoreciendo el consumo pronto de la materia orgánica y así acelerar el proceso de la nitrificación elevando la concentración de  $\text{N-NO}_3$ .

En este sentido, otoño, que fue la temporada climática con menor concentración de  $\text{N-NO}_3$  y con bajos niveles de inundación donde no hay un proceso de oxigenación continuo, es donde se encontraron los niveles más bajos de  $\text{N-NO}_3$ . Esto se corrobora con lo expuesto por Krause et al. (2013) quienes plantean que el incremento de la concentración de  $\text{N-NO}_3$  está asociado con el tiempo de residencia en el flujo y la reducción del oxígeno disuelto en zonas donde se genera la retención del flujo de agua.

La concentración de  $\text{N-NO}_3$  en los tres sitios de estudio según los criterios ecológicos de calidad del agua, para la protección de vida acuática en ecosistemas continentales CE-CAA-001/89 (SEMARNAT, 2009) se consideran contaminados al registrar concentraciones superiores a los  $0.2 \text{ mg L}^{-1}$  principalmente en las épocas de verano, primavera e invierno. Esto se corrobora con lo expuesto por la SEMARNAT (2009) el cual indica que a partir del 2006 se han encontrado que más del 74% de las aguas superficiales estudiadas en México en sistemas continentales presentan concentraciones superiores a  $0.2 \text{ mg L}^{-1}$ , considerándose aguas contaminadas.

La presencia de los compuestos de  $\text{P-PO}_4$  en aguas superficiales durante las cuatro estaciones del año, es debido al vertimiento de aguas residuales, excreciones humanas y animales, detergentes

o productos de limpieza y fertilizantes eliminados del suelo, quienes son movidos por el agua o por el viento en puntos específicos de los humedales donde ingresan estos. Su variabilidad depende principalmente de la capacidad de retención por parte del sustrato (Molleván-Mendoza, 2003; Boveri, 2005). La concentración de P-PO<sub>4</sub> en aguas naturales, es fundamental para evaluar el riesgo de eutrofización, este elemento suele ser un factor limitante en los ecosistemas para el crecimiento de especies vegetales, y un gran aumento en su concentración puede provocar la eutrofización de las aguas.

La mayor concentración de P-PO<sub>4</sub> se encontró en verano e invierno con hasta 1.72 mg L<sup>-1</sup> donde hay mayores precipitaciones, y fueron menores en primavera y otoño consideradas etapas de secas o con bajas precipitaciones Rodríguez et al. (2016) mencionan que las precipitaciones intensas pueden arrastrar componentes del suelo con compuestos de P-PO<sub>4</sub> incrementando la concentración en los cuerpos de agua donde desemboque. Así mismo, Carrera-Villacrés et al. (2020) mencionan que, en las épocas de sequía, la temperatura aumenta y la concentración de P-PO<sub>4</sub> disminuye, esta influencia de la temperatura principalmente en épocas de sequía en las concentraciones de los P-PO<sub>4</sub>, se puede deber a la reducción del nivel del agua afectando los equilibrios químicos de las especies encargadas de su transformación, viéndose reflejado esto en las concentraciones.

Además, los resultados de este estudio concuerdan con lo reportado por Gómez-Ortega (2013) quien evaluó la ecología del sistema lagunar Chantuto-Panzacola mediante parámetros fisicoquímicos en agua superficial, encontrando las mayores concentraciones de los P-PO<sub>4</sub> en las temporadas de lluvia (invierno-verano) y disminuyendo o siendo menores en la temporada de secas (otoño-primavera).

Por otro lado, Sharpley & Withers (1994) indicaron en su estudio concentraciones críticas de fósforo disuelto para que se inicien los procesos de eutrofización; el límite de P-PO<sub>4</sub> es de 0.05 mgL<sup>-1</sup>. El 100% de las aguas analizadas en los tres sitios de estudio, presentan concentraciones mayores al valor expuesto, lo cual, las altas concentraciones de P-PO<sub>4</sub> en los cuerpos hídricos de los ecosistemas en cuestión, es peligroso debido a su carácter irreversible, ya que hay incremento de algas, la materia orgánica no se descompone totalmente, provocando emanaciones de gas carbónico, sulfuro y sales amoniacales.

Cabe aclarar que el fósforo no presenta una interacción directa con la atmósfera, contrario a lo que sucede con el nitrógeno, por consiguiente, el fósforo es el elemento para estudiar en los procesos de eutrofización en los ecosistemas de humedal en cuestión.

Las concentraciones de P-PO<sub>4</sub> en los tres sitios de estudio sobrepasaron los 0.1 mg L<sup>-1</sup>, nivel considerado como indicador de fuerte contaminación, dentro de los límites máximos permisibles de calidad de agua superficiales para el abastecimiento como agua potable y protección de vida acuática de acuerdo con los criterios ecológicos de calidad del agua, para la protección de vida acuática en ecosistemas continentales CE-CAA-001/89 (SEMARNAT, 2009). Estos resultados no fueron ajenos a lo reportado por la SEMARNAT (2009) el cual indica que desde el 2006, aproximadamente en el 88% de los sitios de monitoreo de las aguas superficiales del país, la concentración de P-PO<sub>4</sub> fueron considerados como indicador de fuerte contaminación.

La mayor concentración de SO<sub>4</sub> se observó durante las temporadas de verano e invierno con hasta 21.36 mg L<sup>-1</sup> (Figura 9 a, b, c), las altas precipitaciones y escorrentías juegan un papel primordial en el transporte masivo de este ion en las aguas superficiales de los tres humedales en cuestión, además el constante desarrollo urbano y diferentes actividades antrópicas que se generan alrededor de cada uno de los ecosistemas como construcción de viviendas, pastoreo de ganado, actividades agrícolas de cultivo, siendo esto el caso de los sitios estudiados, generan variaciones en las concentraciones de SO<sub>4</sub> en las aguas superficiales de los ecosistemas.

Las concentraciones de SO<sub>4</sub> en los tres sitios de estudio durante las temporadas climáticas sobrepasaron los 0.005 mg L<sup>-1</sup>, nivel considerado como indicador de fuerte contaminación, dentro de los límites máximos permisibles de calidad de agua superficiales para el abastecimiento como agua potable y protección de vida acuática de acuerdo con los criterios ecológicos de calidad del agua, para la protección de vida acuática en ecosistemas continentales CE-CAA-001/89 (SEMARNAT, 2009).

Finalmente, el N-NH<sub>4</sub>, al ser producto de la descomposición vegetal y animal, además de los exudados, es junto con el nitrógeno orgánico, los principales componentes del nitrógeno presentes en aguas residuales, por tanto, es indicador de la presencia de dichas aguas (Molleván-Mendoza, 2003) e indicativo de carácter fecal. Las concentraciones de N-NH<sub>4</sub> en los tres sitios de estudio durante las temporadas climáticas sobrepasaron los niveles máximo-permisibles en el criterio de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces cálidas 0.02 mgL<sup>-1</sup> (Figura 10 a, b, c) (Gómez, 2009). Encontrando mayores concentraciones en la temporada de otoño de hasta 41.20 mg L<sup>-1</sup> y las más bajas en primavera de 0 mg L<sup>-1</sup>.

Cabe señalar, que estos criterios de calidad mencionados por Gómez (2009), no son propios de México, si no, que han sido determinados para aguas cálidas, semejantes al área de estudio, sin

embargo, al no tener límites máximos permisibles de  $\text{N-NH}_4$  en México, dichas variables son consideradas como referencia en este trabajo, ya que dichos valores fueron propuestos con base a un recopilatorio de unidades de calidad de agua, incluyendo aquellos que se encuentran establecidos para México.

Las variaciones de las concentraciones de  $\text{N-NH}_4$  a través de un año fueron bajas, esto se puede deber a la constante transformación del ion en nitratos por las bacterias nitrosomonas durante su ciclo biogeoquímico en el ecosistema, sin embargo, otoño es considerada una época de seca y fue la temporada que presentó la mayor concentración en este estudio, esto se puede deber a como lo menciona Molleván-Mendoza (2003) que la intrusión continua de aguas residuales en puntos específicos de un ecosistema incrementa la presencia de este ion, se puede inferir que durante el otoño en puntos específicos de cada humedal, hubo una constante intrusión de aguas residuales a los ecosistemas evaluados.

## **2.11 Conclusiones**

La riqueza de especies y abundancia de individuos en la comunidad de aves fue menor en otoño-invierno que en primavera-verano.

La mayor abundancia y riqueza de especies de aves fue superior en humedales con mayor área, siendo HPMSR el ecosistema con mayor área, seguido de HLSF y HCDT.

Aunque no es un estudio de ecología de poblaciones, se infiere que la diversidad de especies de aves durante las cuatro estaciones de año, varió dentro de los humedales debido a factores bióticos y abióticos, como la disponibilidad de alimento, disponibilidad de luz, disponibilidad de pareja, sitios de refugio y reproducción, a las condiciones ambientales que presenta cada temporada y el grado de perturbación que presenta cada humedal.

Acorde a los resultados encontrados y la dinámica de los nutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos, sulfatos y amonios) en sus valores medios entre sitios y estaciones climáticas, se infiere que las aguas superficiales de los humedales urbanos estudiados presentan contaminación alta de acuerdo con los criterios ecológicos de calidad del agua, para la protección de vida acuática en ecosistemas continentales CE-CAA-001/89 (SEMARNAT, 2009) presentando diferencias significativas entre las zonas y estaciones climáticas evaluadas.

Los resultados de este estudio permiten concluir que existe una influencia estacional sobre los parámetros analizados en agua superficial, considerando principalmente por lo mostrado durante las temporadas (verano – invierno) y (primavera – otoño) en los tres sitios de estudio, ya que las

concentraciones de acumulación de cada de uno de los iones evaluados junto con el aporte debido a las precipitaciones y diferentes actividades antrópicas que se llevan a cabo en los ecosistemas en cuestión, incrementaron considerablemente para estar en el límite o fuera de ellos de acuerdo a los criterios de criterios ecológicos de calidad del agua.

Lo detectado en este estudio, ayudó a conocer las condiciones ambientales en que se encuentran los tres humedales urbanos en cuestión, lo cual a su vez permitirá planear la efectiva implementación de ecotecnologías como biodigestores y humedales artificiales en los puntos críticos donde ingresan las aguas grises y negras al ecosistema, esto, aportaría sustancialmente en la remediación de estas, aportando al funcionamiento del ecosistema y logrando con esto, la obtención asertiva de los diferentes servicios ambientales que brinda y mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies de avifauna.

Finalmente, se acepta la hipótesis de que los humedales urbanos presentan un hidroperiodo corto, la agua se encuentra contaminada y la diversidad de aves es media o baja.

## **CAPÍTULO III. PERCEPCIONES SOCIALES SOBRE LOS HUMEDALES URBANOS Y SUS SERVICIOS AMBIENTALES EN XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO**

### **Resumen**

Conocer la percepción de las personas, juega un papel fundamental para comprender las problemáticas y alternativas de conservación en que se pueden ver inmersos los humedales. Por tal motivo, este estudio indagó la percepción social sobre los humedales urbanos y sus servicios ambientales de la población aledaña en tres humedales en el municipio de Xalapa, Veracruz, México (Colonia Lomas del Seminario – HPMSR), (Colonia Maver – HCDT) y (Colonia 6 de junio y Lomas Santa Fe - HLSF). La recopilación de información, se realizó mediante la implementación de una entrevista semiestructurada casa por casa (n 195) con preguntas abiertas y cerradas. Esta, comprendió tres secciones: (1) antecedentes personales del jefe de hogar, (2) el conocimiento general sobre humedales y (3) la percepción de los servicios ambientales, la cual (1 y 2) contó con preguntas en escala de Lickert. Ambas estimaciones se analizaron con la prueba de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) con el programa SPSS v21 para Windows. Se estableció una prueba piloto antes de la aplicabilidad del instrumento, con el fin de redactar y llevar a cabo las preguntas correctas y con ello, obtener la mayor cantidad de información posible en cada sitio. Las preguntas abiertas y cerradas se analizaron una por una para cada sitio, siendo optimizadas y establecidas en una constante de respuestas, enmarcadas en tablas, figuras y nubes de palabras. Algunas respuestas difirieron significativamente entre los sitios ( $P \leq 0.05$ ) y otras no ( $P \geq 0.05$ ). Los resultados mostraron que los humedales urbanos no son percibidos 100% como sitios benéficos, solo algunos criterios como aire limpio y recreación fueron principalmente percibidos como parte de los beneficios del humedal, aunado, se detectó que las percepciones negativas sobre los humedales como los malos olores, presencia de mosquitos y que son sitios donde se arroja basura y escombros, son actividades que repercuten en problemáticas ecológicas, económicas, sociales, hasta de salud en la comunidad y son el resultado de las propias actividades antropogénicas de la población. La inseguridad fue, un aspecto predominante percibido para las zonas de estudio, donde gran parte de esta, se liga a la falta de presencia de las autoridades encargadas de su protección, que mantengan luminaria, aseo y grupos de resguardo del ecosistema, así como la generación de talleres de

sensibilización sobre la importancia de los humedales y sus servicios ambientales, para la salud y bienestar humano. Además, la mayoría de los habitantes de las colonias aledañas a los tres humedales, (Colonia Lomas del Seminario – HPMSR), (Colonia Maver – HCDT) y (Colonia 6 de junio y Lomas Santa Fe - HLSF). no conocen los términos de humedal y servicio ambiental. Sin embargo, si conocen otros términos como ciénega o pantano y reconocen algunos servicios ambientales de los humedales bajo el término de ventajas o beneficios de estos. Finalmente, se concluye que la carencia de educación ambiental de la población, repercutió en un desconocimiento sobre estos ecosistemas, sus servicios ambientales y en las acciones de conservación/preservación de los humedales urbanos en Xalapa. Existe un amplio porcentaje de encuestados que espera un cambio favorable en este ámbito y de acuerdo con las percepciones, se resalta la necesidad de fortalecer la acción colectiva entre los habitantes para un bien común en cada uno de los humedales.

**Palabras clave:** *Alternativas, educación ambiental, entrevista, percepciones, problemáticas.*

## CHAPTER III. SOCIAL PERCEPTIONS ABOUT URBAN WETLANDS AND THEIR ENVIRONMENTAL SERVICES IN XALAPA, VERACRUZ, MEXICO

### Abstract

Knowing the perception of people plays a fundamental role in understanding the conservation problems and alternatives in which wetlands can be seen immersed. For this reason, this study investigated the social perception of urban wetlands and their environmental services of the surrounding population in three wetlands in the municipality of Xalapa, Veracruz, Mexico (Colonia Lomas del Seminario - HPMSR), (Colonia Maver - HCDT) and (Colonia June 6 and Lomas Santa Fe - HLSF). The collection of information was carried out through the implementation of a semi-structured house-to-house interview (n 195) with open and closed questions. This comprised three sections: (1) personal background of the head of household, (2) general knowledge about wetlands and (3) perception of environmental services, which (1 and 2) included questions on the Lickert scale. Both estimates were analyzed with the chi-square test ( $\chi^2$ ) with the SPSS v21 program for Windows. A pilot test was established before the applicability of the instrument, in order to write and carry out the correct questions and thereby obtain as much information as possible at each site. The open and closed questions were analyzed one by one for each site, being optimized and established in a constant of answers, framed in tables, figures and word clouds. Some responses differed significantly between sites ( $P \leq 0.05$ ) and others did not ( $P \geq 0.05$ ). The results showed that urban wetlands are not 100% perceived as beneficial sites, only some criteria such as clean air and recreation were mainly perceived as part of the benefits of the wetland, in addition, it was detected that negative perceptions about wetlands such as bad odors, presence of mosquitoes and that are places where garbage and debris are thrown, are activities that have repercussions on ecological, economic, social, even health problems in the community and are the result of the population's own anthropogenic activities. Insecurity was a predominant aspect perceived for the study areas, where a large part of it is linked to the lack of presence of the authorities in charge of their protection, which maintain lighting, cleaning and ecosystem protection groups, as well as the generation of awareness workshops on the importance of wetlands and their environmental services for human health and well-being. In addition, the majority of the

inhabitants of the neighborhoods surrounding the three wetlands, (Colonia Lomas del Seminario - HPMSR), (Colonia Maver - HCDT) and (Colonia 6 de Junio and Lomas Santa Fe - HLSF). they do not know the terms of wetland and environmental service. However, they do know other terms such as ciénega or marsh and recognize some environmental services of wetlands under the term of advantages or benefits of these. Finally, it is concluded that the lack of environmental education of the population, resulted in a lack of knowledge about these ecosystems, their environmental services and the actions of conservation / preservation of urban wetlands in Xalapa. There is a large percentage of those surveyed who expect a favorable change in this area and according to the perceptions, the need to strengthen collective action among the inhabitants for a common good in each of the wetlands is highlighted.

**Keywords:** *Alternatives, environmental education, interview, perceptions, problems.*

### 3. Introducción

Los humedales urbanos son, ecosistemas naturales que interactúan con el medio urbano y se caracterizan por ser sitios donde la superficie terrestre está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y está en constante interrelación con los seres vivos que la habitan, donde el agua es el elemento clave que define sus características físicas, de flora y fauna (Acevedo, 2019).

Los humedales han modificado a través del tiempo su estructura y funcionamiento debido a las diversas actividades para subsistir de las poblaciones humanas (Abarca y Herzig, 2002; Moreno-Casasola, 2006), así mismo, por su condición de zonas pantanosas, dichos ecosistemas son poco apreciados y hasta considerados como sitios hostiles y peligrosos (Velázquez y Hoffman, 1994; Moreno-Casasola et al., 2009). Estos ecosistemas, principalmente los que se encuentran en zonas urbanas, hacen que las ciudades sean habitables debido a que presentan múltiples funciones naturales y se establecen como beneficio directo para los seres humanos (Convención sobre humedales Ramsar, 2019), los cuales, son denominados servicios ambientales o ecosistémicos.

En las ciudades, los humedales reducen las inundaciones absorbiendo el agua de tempestad durante las tormentas, reabastecen los depósitos de agua potable depurando el agua que se filtra en los acuíferos, lo que ayuda a recargar esta importante fuente de agua, así mismo, su suelo rico en nutrientes y la vegetación abundante de estos ecosistemas, funcionan como un filtro de agua que absorbe toxinas dañinas, pesticidas agrícolas y desechos industriales del agua.

Los humedales urbanos son espacios verdes naturales en los que los habitantes de las ciudades se pueden relajar y disfrutar del acceso a una amplia variedad y diversidad de plantas y animales. Castell (2020) confirma que la interacción con la naturaleza mejora la salud física y emocional de las personas. Sin embargo, la evidente presión que sufren estos ecosistemas en la ciudad por el constante desarrollo urbano y mal uso del suelo, son las amenazas directas para la conservación de estos.

Marín-Muñoz et al. (2016) mencionan que las poblaciones que habitan aledaño a los humedales no tienen un conocimiento a profundidad de los procesos biológicos/ecológicos que presentan los humedales y su funcionamiento como reguladores de ciclos vitales. Además, mencionan que los estudios de educación ambiental y la relación que guarda estas actividades con la percepción social en los ecosistemas de humedal son limitados, lo que genera que las acciones y procedimientos de conservación y cuidado del ecosistema sean escasos.

En México, son escasas las investigaciones que indagan la percepción social y la relación con los humedales urbanos. Sin embargo, a través de un análisis minucioso de los antecedentes que enlacen la temática, algunos autores han puntualizado la necesidad de impulsar y fomentar en los ciudadanos acciones que vinculen la educación ambiental (Carrero y García, 2008; Moreno-Casasola, 2009), con el fin de generar apropiación y un conocimiento autónomo en beneficio de los ecosistemas de humedales urbanos.

Como lo menciona Dieleman y Juárez-Nájera (2008), los programas de educación ambiental deben establecerse a partir del conocimiento y las experiencias de los individuos que interactúan y conviven con estos ecosistemas, ya que, muchos de los programas presentes hoy en día, no aportan significativamente a cumplir con los objetivos que conllevan al cambio de percepción, comportamiento y postura frente a las problemáticas que se desarrollan en estos ecosistemas.

Lo anterior, debido a que estos programas desde la etapa de elaboración, no se enfocan en la aplicación de conocimiento en situaciones reales de vida, ni en las interpretaciones que los actores directos les dan a los ecosistemas con base a su saber empírico (Marín-Muñiz et al., 2016).

En este sentido, para los estudios de gestión socioambiental, es indispensable indagar, conocer y analizar la percepción de la población que convive directamente con los humedales, ya que sirve de base asertiva para encaminar a la efectiva elaboración de programas y proyectos de educación, restauración, rehabilitación y conservación ambiental de estos ecosistemas urbanos. Por lo que el objetivo de este capítulo fue indagar la percepción social sobre los humedales urbanos de Xalapa y sus servicios ambientales en la población aledaña a ellos.

### **3.1 Pregunta de investigación**

¿Qué conocimientos tienen los habitantes aledaños y los agentes gubernamentales acerca de la protección de tres humedales urbanos y sus servicios ambientales?

### **3.2 Objetivo de la investigación**

Indagar la percepción social sobre los humedales urbanos y sus servicios ambientales de la población aledaña a ellos.

### **3.3 Hipótesis de la investigación**

La población tiene un desconocimiento de que son los humedales y un servicio ambiental.

### 3.4 Metodología

#### 3.4.1 Región de estudio

Este estudio se llevó a cabo en las zonas aledañas de tres humedales urbanos localizados en el municipio de Xalapa, Veracruz, México, los sitios de estudio se describen a continuación y se visualizan en la (Figura 1).

**Colonia Lomas del Seminario - HPMSR:** El humedal se encuentra ubicado en la colonia Lomas del Seminario, en la congregación de Andrés Montes, en el municipio de Xalapa, Veracruz a 19° 32' de latitud N y 96° 55' de longitud W. Presenta una altitud de 1460 msnm (DGG, 1998). El humedal cuenta con una superficie de 7 hectáreas (Gaceta Oficial del Estado, decreto 356 de 1986). Este ecosistema se ha visto perturbado por diferentes actividades antrópicas, principalmente por ampliación descontrolada de la frontera urbana, debido a que los habitantes aledaños rellenan con escombros de construcción y contaminación del agua por fuentes puntuales y no puntuales como los drenajes y las escorrentías de las calles, pastoreo de caballos y vacas. En la actualidad esta zona se ha convertido en un foco de inseguridad, por lo que los habitantes evitan pasar por ahí. Ante esta situación, el Ayuntamiento de Xalapa ha fortalecido su presencia a través del mejoramiento del alumbrado público, incremento de la presencia policial y la participación social y estableciendo el área total del humedal como zona de protección ecológica (Montiel et al. 2014) destinada al mejoramiento y conservación del ambiente para el establecimiento de zonas de protección.

**Colonia Maver - HCDT:** El humedal se encuentra ubicado en la calle Jacarandas de la colonia Maver del municipio de Xalapa-Enríquez, Veracruz, a 19 ° 55' de latitud N y 96 ° 90' de longitud W. Este humedal se encuentra afectado en la gran mayoría de su superficie por la constante ampliación urbana de la zona, mal manejo de residuos, vertimientos por aguas residuales por las escorrentías de las calles, pastoreo de cabras, vertimiento de escombros para rellenar y principalmente por la falta de atención de las autoridades competentes, siendo estos problemas, los causantes de su deterioro.

**Colonia 6 de junio y Lomas Santa Fe - HLSF:** El humedal se encuentra ubicado en el bulevar Lomas de Santa fe, entre la colonia 6 de junio y el fraccionamiento Homex Santa Fe en el municipio de Xalapa-Enríquez, Veracruz a 19 ° 56' de latitud N y 96 ° 88' de longitud W. Este humedal presenta un estado de conservación bajo, por falta de conocimiento de las comunidades

aledañas a él y por la falta de atención por parte de las autoridades competentes, aunado a esto, se encuentra perturbado por la constante ampliación urbana y vertimientos de aguas residuales por las escorrentías de las calles en la zona centro y noroeste del humedal, pastoreo de vacas, vertimiento de escombros para rellenar, y utilización del espacio para cultivos, lo que genera una transformación en el paisaje, afectado directamente la biodiversidad endémica y migratoria de la zona.

#### ***3.4.1.1 Técnicas e instrumentos para levantamiento de datos***

El abordaje que presenta este estudio es mixto con un alcance exploratorio descriptivo, el cual busca dar a conocer los problemas de la investigación y describir a profundidad las características socioambientales en cada uno de los sitios de estudio.

Se indagó la percepción social sobre los humedales urbanos y sus servicios ambientales de la población aledaña a ellos, para analizar los significados, necesidades y darles solución más guiada a las problemáticas presentes en los humedales en estudio. Se tomó la metodología propuesta por Rojas et al. (2014), mediante la realización de una entrevista semiestructurada casa por casa. El proceso se dividió en tres pasos consecutivos: (1) diseño de la entrevista; (2) determinación de la población y el tamaño de la muestra. (3) aplicación de la entrevista y el análisis y tratamiento de los datos.

El diseño de la entrevista (1), comprendió tres secciones principales, (A) antecedentes personales del jefe de hogar, donde se preguntó a los sujetos sobre el sexo, la edad, composición del hogar, los años de escolaridad, pertenencia a un grupo indígena, y antigüedad en el domicilio (B) el conocimiento general sobre humedales, (C) percepción de los servicios ambientales, la cual (B Y C) contó con preguntas en escala de Lickert. Primero se hizo una revisión bibliográfica de los servicios y sub-servicios que brindan los humedales urbanos. Segundo, se realizó un diagnóstico de los servicios que brinda cada uno de los tres humedales a estudiar, para establecer la base final de los servicios ambientales. Tercero, por medio de una entrevista semiestructurada (Anexo 1), se detectaron los usos que la gente les da a los servicios ambientales y su conocimiento previo.

La determinación de la población y el tamaño de la muestra (2), definió a la población (N) como los jefes de hogar mayores de 18 años hasta 70 años, mujeres u hombres, que residían en las zonas aledañas (cuatro manzanas en el perímetro) a los humedales a estudiar, a través de un censo de vivienda de INEGI se obtuvo la cantidad de hogares, con el fin de delimitar la zona y obtener un

muestreo significativo. El tamaño de la muestra ( $n$ ) se calculó mediante la ecuación para poblaciones finitas, está representada a continuación.

$$n \geq \frac{Nz^2_{1-\alpha/2}PQ}{z^2_{1-\alpha/2}PQ + d^2(N-1)}$$

$n$ : Corresponde al tamaño de la muestra.

$N$ : Tamaño de la población de las colonias alrededor (4 manzanas alrededor del humedal).

$Z$ : Corresponde al valor de distribución normal (1.96).

$P$ : Corresponde a la proporción de población estimada (95%).

$d$ : Corresponde a la precisión (5%).

$Q$ : Corresponde a la proporción de resultados desfavorables en la población ( $q = 1 - p$ ).

Cabe resaltar que los valores expuestos son establecidos ya en la ecuación, para la determinación de la población, y la encuesta casa por casa se realizó de forma aleatoria durante los días de trabajo en campo. La información general sobre los encuestados se categorizó en dos rubros, (A) edad, (B) educación.

#### **3.4.1.2 Análisis de los datos**

Con relación al análisis y tratamiento de los datos (3) de las percepciones sociales indagadas en cada humedal, las preguntas abiertas y cerradas se analizaron una por una para cada sitio, esto, con el fin de evidenciar la frecuencia de respuestas, donde posteriormente, se optimizaron con el programa Atlas-Ti y se establecieron en una constante de respuestas enmarcadas en tablas y nubes de palabras.

Para detectar el conocimiento en los tres humedales en estudio, sobre la conservación, protección y manejo sustentable de estos ecosistemas, incluidas en la escala de Lickert, se clasificaron los datos con base en la percepción de la población entrevistada, en relación al aporte de las entidades gubernamentales frente al mejoramiento del humedal y su población aledaña ( $n = 195$ ), seguridad y prestación de servicios ambientales ( $n = 195$ ), espacios para rellenar ( $n = 195$ ) y reducción de valor predial de sus viviendas y vandalismo ( $n = 195$ ). Ambas estimaciones se analizaron con la prueba de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) con el programa SPSS v21 para Windows.

Así mismo, para conocer la fiabilidad de la aplicación del instrumento, sobre la sección de preguntas de Lickert, se aplicó la medida de consistencia de alfa de Crombach en el programa estadístico SPSS v21 para Windows, este análisis mostró un coeficiente de .952 para cuatro ítems

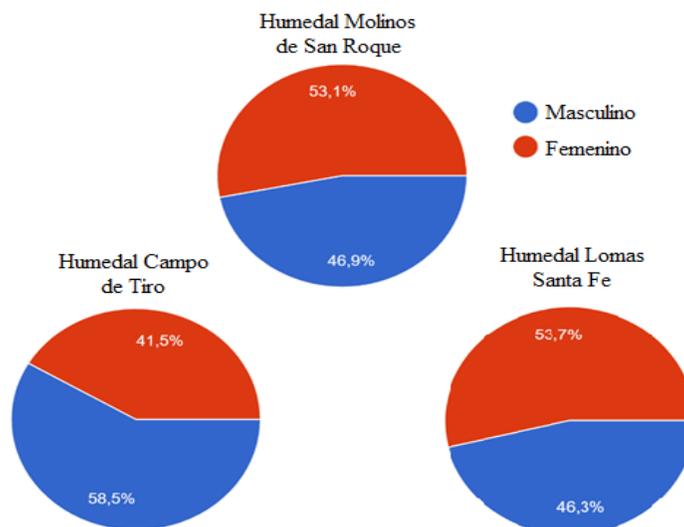
relacionados con el conocimiento general de los humedales urbanos, y .895 para tres ítems relacionado con la percepción de los servicios ambientales para los tres sitios de investigación (HPMSR, HCDT y HLST), lo que fue aceptable con una consistencia alta, ya que está cerca al 1, siendo fiable para un n:195 entrevistas aplicadas, como lo reporta Gonzales y Pazmiño (2015).

### 3.5 Resultados y discusión

#### 3.5.1 Sección de antecedentes personales del jefe de hogar

Se realizaron 195 entrevistas en los tres sitios de estudio, correspondiendo a 65 para cada uno. Se estableció una prueba piloto antes de la aplicabilidad del instrumento, con el fin de redactar y llevar a cabo las preguntas correctas y con ello obtener la mayor cantidad de información posible en cada sitio.

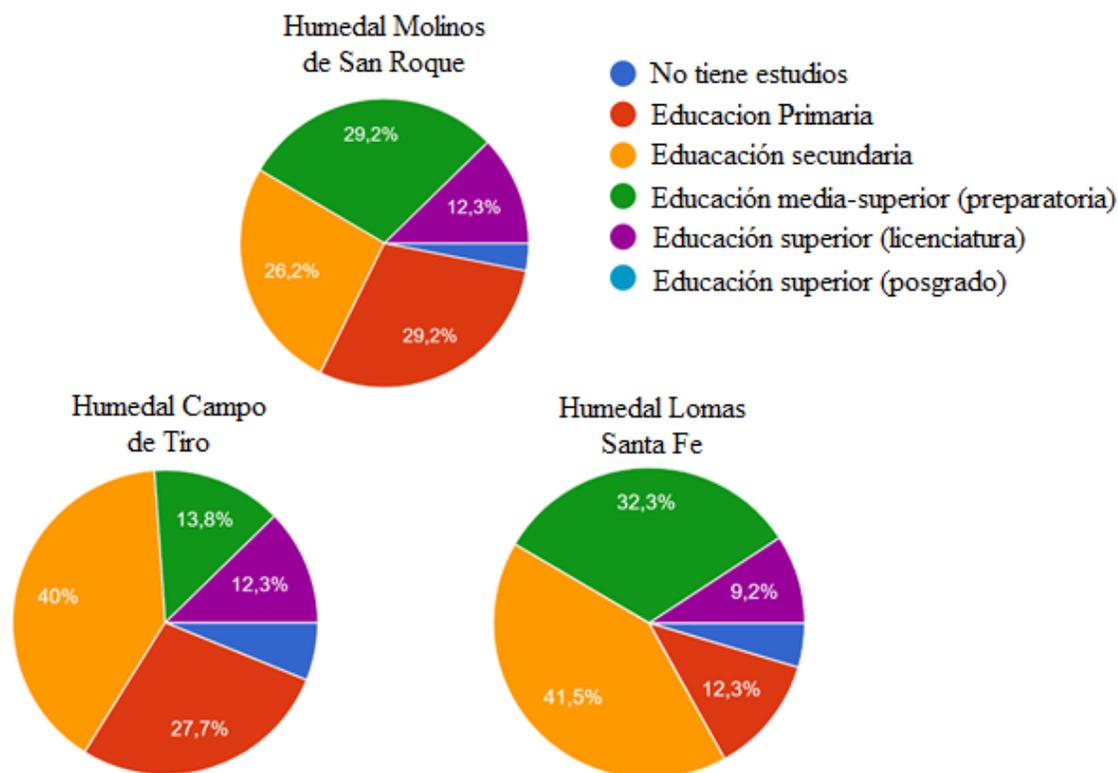
Respecto a los aspectos demográficos, se encontró que la población entrevistada presentó entre 1 y 32 años de antigüedad de habitar en el sitio. El porcentaje de respuestas con respecto al rango de población masculina y femenina se presenta en la Figura 11.



**Figura 11.** Rango de población masculina y femenina.

El nivel de estudios terminados entre los entrevistados, cuestionado como una necesidad de posible diferenciación en las percepciones, no arrojó diferencia significativa entre los sitios ( $\chi^2=12.77$ ,  $P 0.120$ ). En la población aledaña al humedal HLSF, el 12.3% de la población entrevistada culminó hasta educación primaria, el 41.5% hasta educación secundaria, el 32.3% hasta la preparatoria, el 9.2% hasta licenciatura y el 4.6% no tiene estudios. Para el humedal HPMSR, se

encontró que el 29.2% de la población entrevistada finalizó hasta educación primaria, el 26.2% hasta educación secundaria, el 29.2% hasta la preparatoria, el 12.3% hasta licenciatura, y el 3.1% no tiene estudios. Y finalmente para el humedal HCDT, se encontró que el 27.7% de la población entrevistada terminó hasta educación primaria, el 40% hasta educación secundaria, el 13.8% hasta la preparatoria, el 12.3% hasta licenciatura, el 6.2% no tiene estudio (Figura 12).

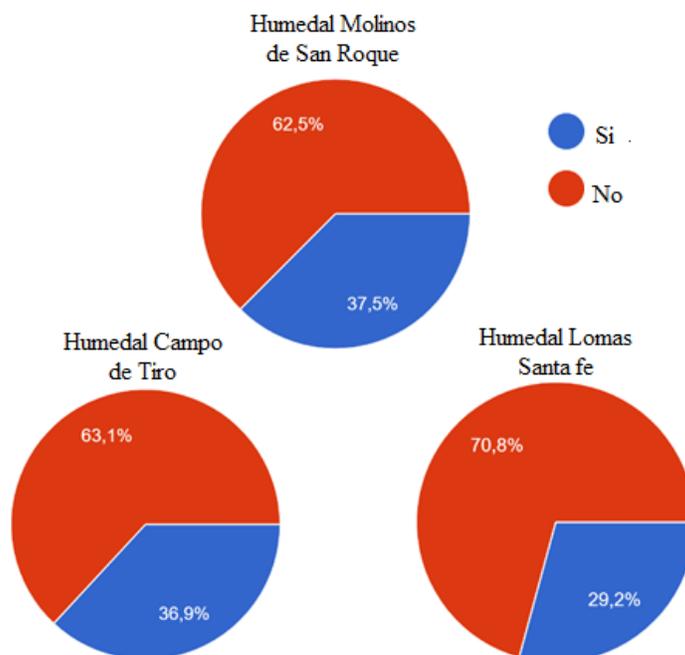


**Figura 12.** Nivel de estudios terminados en la población muestreo.

Por otro lado, en la aplicabilidad del instrumento, en las secciones donde se indaga la percepción de conocimiento de los humedales, así como la sección de prestación de servicios ambientales de los humedales en estudio en Xalapa, Veracruz, México, se encontró que algunos de los servicios ambientales que proveen los humedales, el conocimiento básico y las características que dichos ecosistemas presentan, se percibieron de diferente manera entre la población y se describen a continuación.

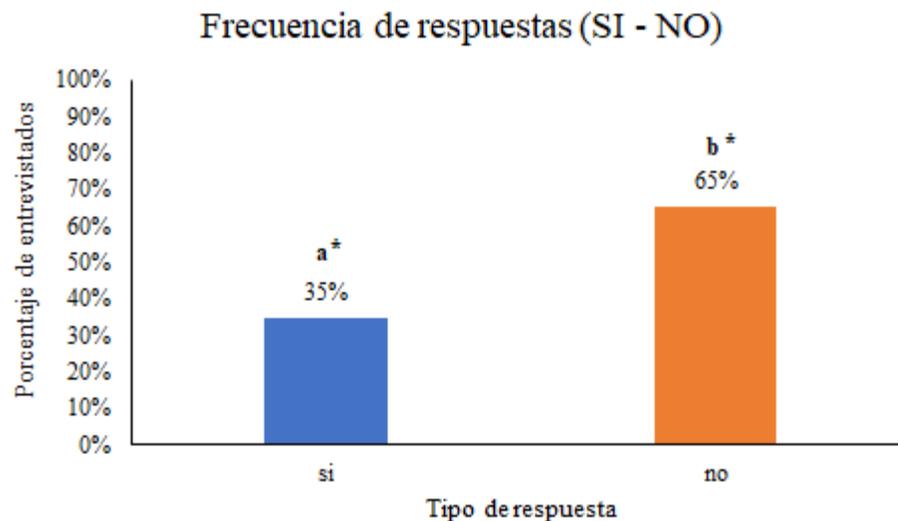
### 3.5.2 Sección de conocimiento sobre humedales

Se encontró que el 70.8% de la población entrevistada en el humedal HLSF, el 62.5% en el humedal HPMSR, y el 63.1% en el humedal HCDT, expresó que no sabe que es un humedal (Figura 13). No se observaron diferencias significativas entre los sitios ( $\chi^2= 1.13$ ,  $P 0.566$ ).



**Figura 13.** Respuestas afirmativas/negativas sobre conocer que es un humedal.

Al analizar la frecuencia de respuestas positivas contra las negativas, respecto a conocer ¿Qué son los humedales?, se detectó que de los 195 entrevistados el 35% respondió SI y 65% respondió que NO saben que es un humedal (Figura 14), donde si se encontraron diferencias significativas entre las respuestas, siendo NO diferente de SI. ( $P 0.013$ ).



**Figura 14.** Frecuencia de respuestas afirmativas/negativas sobre conocer que es un humedal en los tres sitios de estudio. Letras diferentes con asterisco refleja diferencias significativas.

Sin embargo, al enseñarles fotos del sitio (Figura 15), estos fueron descritos y relacionados como laguna, pantanos y áreas verdes.



**Figura 15.** Imágenes de referencias para ubicar a los entrevistados sobre los sitios de estudio en la región urbana de Xalapa, Veracruz, México.

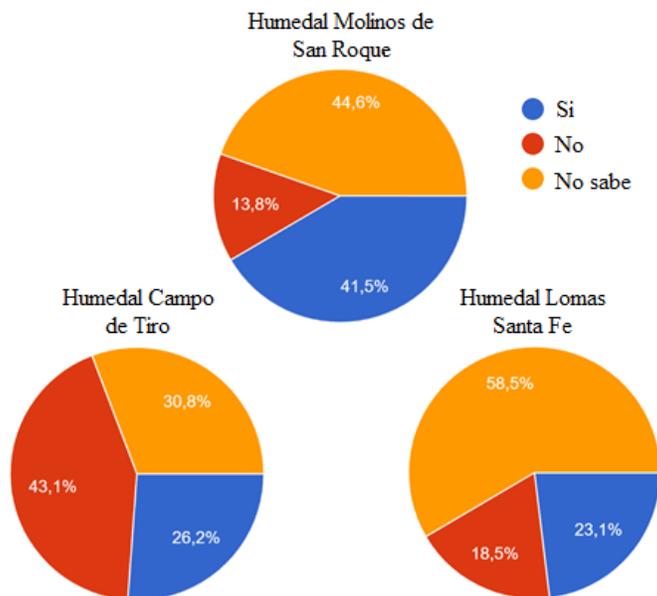
En este sentido, a la población que comentó saber sobre que es un humedal, se les preguntó ¿Cómo conoce o sabe de los humedales?. La constante de respuestas obtenidas en este rubro en forma de nube de palabras se presenta en la Figura 16.



Por otro lado, se preguntó a los entrevistados que hicieron parte del estudio, si ¿Sabían si el humedal que colindaba con su vivienda estaba protegido por alguna entidad gubernamental?, se encontró que para el humedal HLSF, el 58.5% de los entrevistados no sabe si el humedal está protegido por alguna entidad gubernamental, el 18.5% afirma que no está protegido, y el 23.1% afirma que si está protegido. Para el humedal HPMSR el 44.6% de los entrevistados no sabe si el humedal está protegido por alguna entidad gubernamental, el 13.8% afirma que no está protegido, y el 41.5% afirma que, si está protegido, ya que algunos habitantes entrevistados reconocieron que la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) del Estado de Veracruz, tiene carteles e infografía que evidencia que esta entidad hace parte de la protección y mejoramiento del sitio. Finalmente, para el humedal HCDT el 30.8% de los entrevistados no sabe si el humedal está protegido por alguna entidad gubernamental, el 43.1% afirma que no está protegido, y el 26.2% afirma que si está protegido (Figura 17).

Se encontraron diferencias significativas entre los sitios ( $\chi^2= 22.56$ ,  $P 0.001$ ) donde el 69.3% de la población entrevistada no sabe si el ecosistema que colinda con sus viviendas está protegido por alguna entidad gubernamental, es por esto, que se debe proponer el generar actividades informativas y reuniones taller con las entidades gubernamentales encargadas de su protección, con los comités vecinales y actores clave de cada uno de los sitios de estudio, donde se les permita conocer cada una de las problemáticas en cuanto al deterioro y consecuencias de la pérdida de estos ecosistemas, dándoles la posibilidad de participar activamente, haciendo que se sientan responsables de las problemáticas observadas y se logren generar propuestas que permitan la mitigación de los mismos

Lo anterior, con el fin de generar una apropiación por el ecosistema, se logren guiar de manera efectiva las políticas públicas ambientales existentes en la región urbana de Xalapa, con ello lograr establecer a estos ecosistemas urbanos dentro de un área natural protegida y fortalecer los programas de conservación y rehabilitación de los mismos.



**Figura 17.** Respuestas afirmativas/negativas sobre saber si el humedal que colindaba con su vivienda estaba protegido por alguna entidad gubernamental.

Posteriormente, se preguntó a los entrevistados si ¿Cree usted que el humedal que colinda con su vivienda es un terreno baldío u ocioso?, ¿Por qué?. En el momento de realizar esta pregunta, se evidenció que, en el humedal HLSF, existen dos comunidades, una es la comunidad que vive en el fraccionamiento aledaño al humedal, denominado fraccionamiento Homex y otra comunidad que se está apropiando de gran parte del área del humedal y se denomina Colonia los Antorchistas (Tabla 8).

Ante esta situación, se indagó las percepciones de las dos comunidades, la constante de respuestas obtenidas en este rubro fueron las siguientes:

**Tabla 8.** Respuestas sobre el cómo los entrevistados percibían si el humedal es un terreno baldío u ocioso (HLSF).

RESPUESTAS DE LA COMUNIDAD DEL FRACCIONAMIENTO HOMEX	RESPUESTAS DE LA COMUNIDAD DE LA COLONIA LOS ANTORCHISTAS
“Sí, no lo cuida nadie y las personas que viven acá no lo cuidan ni hacen nada al respecto” (10)	“Sí, por qué la colonia la antorcha andamos limpiando, pero los del fraccionamiento avientan basura y animales muertos.” (12)

<p>“Es un área verde aún no dada de alta por las autoridades correspondientes y por eso los Antorchistas se están apropiando del sitio y ponen sus puestos.” (10)</p>	<p>“Sí, solo nosotros los de la colonia limpiamos, el gobierno ni los del fraccionamiento hacen nada” (12)</p>
<p>“Sí, por que no se les pone atención a estas zonas en la ciudad y los líderes de los Antorchistas hasta venden el espacio para poner los puestos de venta” (11)</p>	<p>“Sí hay descuido, por qué hay gente irresponsable que tira la basura. Nosotros como antorcha recogemos, pero hay mucho desorden de la gente, pero cuando nos reunimos limpiamos” (10)</p>
<p>“Nadie lo cuida, es baldío, y queremos que los Antorchistas se vayan porque están rellenando para poner sus puestos de venta” (13)</p>	<p>“No, nosotros los Antorchistas limpiamos y mantenemos con cuidado” (11)</p>
<p>“Sí, nadie está pendiente de esa zona, más que los Antorchistas que se creen dueños de ese lugar” (11)</p>	<p>“Sí, por qué nadie viene a cuidarlo y está en muy malas condiciones” (10)</p>
<p>“Sí, hay basura y escombros, a veces hay animales que no se sabe de quiénes son, los que se creen dueños de ese lugar son los que se meten ahí a chapear o medio organizar” (10)</p>	<p>“Más o menos, no le dan mantenimiento, más que nosotros cuando entramos a hacer las brigadas de limpieza con los de la colonia” (10)</p>

Teniendo en cuenta las respuestas, es perceptible que existe discordia entre comunidades por la tenencia y aprovechamiento de la tierra en el humedal, donde hay un choque de interés.

Cabe recalcar que, durante el desarrollo de las entrevistas en campo, se evidenció que los habitantes de la colonia de los Antorchistas se han apropiado de ciertas áreas del humedal, donde constantemente rellenan con escombros y arena las orillas para establecer sus puestos de ventas, aunado, existe la presencia de pastoreo de vacas y cultivos agrícolas de maíz, impactando de manera negativa el ciclo biológico del ecosistema.

Además, los líderes de la colonia de los Antorchistas con quien se tuvo un acercamiento más amplio durante la implementación de las entrevistas, comentaron que ellos hacen campañas de limpieza semanales y chapean la vegetación abundante, se evidenció que se sienten dueños del lugar por el desarrollo de estas acciones.

Sin embargo, no priorizan la conservación del ecosistema, si no, solo lo ven como una posibilidad de aprovechamiento de explotación económica en su día a día, donde se ha visto claramente la degradación continua del humedal, esto, debido a la falta de atención de los entes gubernamentales encargados de su protección, lo que hace que no se conozca con exactitud la tenencia de la tierra, por ende, la comunidad de los Antorchistas se ha apropiado del sitio.

Ante lo anterior, es fundamental el generar y aplicar acciones legales y educativas por parte de las entidades gubernamentales encargadas de su protección y de las entidades educativas de la región, que sean eficientes, que conlleven a lograr la conservación, rehabilitación y uso sustentable de este ecosistema, donde se tenga en cuenta el criterio y la visión de los actores sociales que conviven directamente con el sitio, y con ello, establecer un vínculo ameno y amistoso entre la comunidad del fraccionamiento y la comunidad de la colonia los Antorchistas, en pro del ecosistema.

Lo anterior, se complementa con lo descrito en el cuaderno de divulgación ambiental de humedales, elaborado por la SEMARNAT (SEMARNAT, 2009), donde afirman que *“Es necesario, sobre la base legal ya existente, trabajar en mecanismos y estrategias para instrumentar los programas de desarrollo sustentable en humedales como verdaderas alternativas económicas y darles el peso a los temas ambientales y sociales, estableciendo un desarrollo integral en las comunidades”*.

Lo que logrará promover el desarrollo de programas de educación ambiental y divulgación sobre humedales en la zona, así como, impulsar el desarrollo económico, ambiental y social en la colonia de Lomas Santa Fe, de manera integral y sustentable.

En el humedal HPMSR también se preguntó a los entrevistados, si *¿Cree usted que el humedal que colinda con su vivienda es un terreno baldío u ocioso?, ¿Por qué?* (Tabla 9), estas fueron la constante de respuestas obtenidas para este sitio.

**Tabla 9.** *Respuestas sobre el cómo los entrevistados percibían si el humedal es un terreno baldío u ocioso (HPMSR).*

<b>CONSTANTE DE RESPUESTAS POR LOS ENTREVISTADOS HUMEDAL MOLINOS DE SAN ROQUE</b>
<p>“No, ahí está los policías y a veces vienen los de SEDEMA o ustedes los estudiantes a hacer estudios” (9)</p>
<p>“Antes era un lugar mucho más bonito, pero más peligroso, sin que la gente no sabe lo que tiene y bota basura y muchas aguas negras, lo que daña el área verde” (10)</p>
<p>“Ya ahorita no, está muy bonito ahora, ya se puede caminar, tiene luz y seguridad” (12)</p>
<p>“Antes si estaba olvidado, ahora viene municipio y las instituciones a cuidar” (9)</p>
<p>“No, ya está más seguro y hay espacio para sacar a los niños a jugar” (12)</p>
<p>“Hay mucha basura, y a veces huele feo, pero ni comparación a como era antes” (8)</p>
<p>“Antes si, ahora no tanto por qué hay policías y los de municipio han venido algunas veces a mirar cómo está” (5)</p>

Con lo observado en las respuestas, se logró evidenciar que la población aledaña a HPMSR, tiene un conocimiento previo de que el área donde se encuentra el humedal ha tenido un cambio favorable en los últimos años, en lo que concierne al mejoramiento en la iluminación, conservación del humedal, aumento en la seguridad, y ampliación de infraestructura de recreación, debido a que las entidades gubernamentales e institucionales, han generado un proceso de mejoramiento y de investigación continuo en el área natural protegida donde se encuentra el humedal.

De todos modos, con el fin de establecer una identidad local, un mejoramiento continuo del territorio, y la relación Hombre-Naturaleza. El diseño y aplicabilidad de talleres de educación ambiental a la sociedad que colinda con el humedal, guiará al mejoramiento continuo del

ecosistema, al correcto manejo de residuos y concientización en la disminución de vertimientos tóxicos en las cuencas hídricas, las cuales estas últimas, fueron una constante respuesta negativa entre los entrevistados.

Quintana-Arias (2015) enfatiza en que la educación ambiental en los ecosistemas debe integrar y visibilizar la relación hombre-naturaleza-territorio, estableciendo un diálogo de sensibilización hacia el medio natural, lo que hace necesario abordar de forma complementaria los recursos naturales, las redes de convivencia, las redes de establecimiento humano, y el enfoque cultural, a fin, de que expliquen cómo la sociedad ocupa, transforma, construye y ordena el espacio para su bienestar.

Un ejemplo claro de aplicabilidad de actividades de educación ambiental es lo que realiza la organización ciudadana denominada “Pro esteros”, quien se enfoca en diferentes líneas de acción en pro de mitigar las diferentes problemáticas que enfrentan los humedales, basándose en la investigación, conservación, gestión, con el fin de difundir el conocimiento de los humedales entre el público en general, así como, sus funciones y valores, promoviendo su conservación y uso racional.

Finalmente, en el humedal HCDT la constante de respuestas para la pregunta si ¿Cree usted que el humedal que colinda con su vivienda es un terreno baldío u ocioso?, ¿Por qué? (Tabla 10), fueron las siguientes:

**Tabla 10.** *Respuestas sobre el cómo los entrevistados percibían si el humedal es un terreno baldío u ocioso (HPMSR).*

CONSTANTE DE RESPUESTAS POR LOS ENTREVISTADOS HUMEDAL CAMPO DE TIRO
“Sí, a veces la gente va y limpia, pero de que municipio venga no” (10)
“Es un área verde de la colonia y la gente lo trata de cuidar mucho” (5)
“Sí, nadie está pendiente más que nosotros que queremos que se conserve el área verde” (12)

“Sí, nadie lo protege y está en conflicto porque hay gente que dice que es dueño de ese lugar” (14)

“Sí, nadie quiere venir a cuidar esta zona verde y está en conflicto con algunos vecinos de acá de la colonia” (8)

“A veces los de municipio vienen y chapean, pero es difícil verlos por acá, no vienen mucho” (7)

“No mucho, nosotros tratamos de tenerlo limpio y eso, pero los de municipio no vienen a hacer nada y no lo tienen en cuenta para nada” (8)

Es importante mencionar que en la prueba piloto se reunieron cinco respuestas de actores clave que están en pro de la conservación del humedal, y dieron a conocer que el área que comprende el humedal en la colonia está en conflicto por la tenencia de la tierra por un particular quien dice ser el dueño del área.

Sin embargo, los actores clave con quienes se habló y dieron a conocer esta problemática, comentaron que existe una promesa de donación del área con municipio, sin embargo, esta no está concretada ni formalizada, ante esta situación el humedal se encuentra en un vaivén, además, comentaron que la mayoría de los habitantes que colindan con el humedal son los únicos que están pendientes de la zona realizando campañas de limpieza por los malos olores y la cantidad de basura que hay, y campañas de mejoramiento, donde chapean y controlan el crecimiento de la vegetación para evitar cualquier evento de delincuencia, también, manifestaron que la entidad encargada de su protección no hace presencia en la zona para el cuidado y manejo adecuado del mismo.

Lo anterior, se corroboró con la implementación del instrumento a la población total que arrojó el tamaño muestral (n 65), donde los entrevistados afirmaron, que ellos van regularmente al sitio a efectuar actividades recreativas con sus hijos, debido a que hay una cancha de fútbol aledaño. Sin embargo, los entrevistados aseguran que el sitio no se encuentra delimitado dentro de las ANP de la ciudad, a causa de que las entidades encargadas de su protección no están pendientes de las problemáticas que lo degradan, como la falta de iluminación y limpieza.

Ellos recalcaron y mencionaron que realmente quieren que se conserve el humedal, ya que esto les ayudaría a tener una mejor calidad de vida, y les ayudaría a incrementar el valor de sus propiedades en el momento de querer vender sus viviendas. Lo que la presencia inmediata de las

entidades gubernamentales encargadas de su protección se consideraría primordial en esta zona de estudio para solucionar las problemáticas sociales que están afectando el ecosistema y la calidad de vida de los habitantes, y así, ayudar al mejoramiento, conservación y rehabilitación del humedal en futuros proyectos institucionales y gubernamentales.

### ***3.5.3 Sección prestación de servicios ambientales***

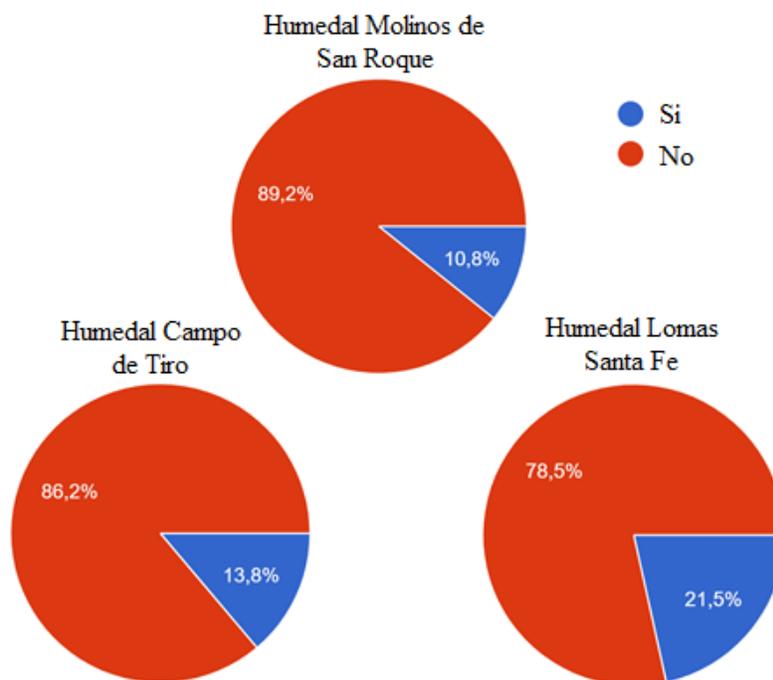
En esta sección, se preguntó a los entrevistados si ¿Sabían que era un servicio ambiental?. Se encontró, que el 78.5% de la población entrevistada en el humedal HLSF no sabe que es un servicio ambiental, y el 21.5% sí. En el humedal HPMSR el 89.2% de la población entrevistada no sabe que es un servicio ambiental, y el 10,8% si, en el humedal HCDT el 86.2% de la población entrevistada no sabe que es un servicio ambiental y solo el 13.8% respondió positivamente (Figura 18). No se encontraron diferencias significativas en las respuestas entre los sitios ( $\chi^2= 3.07$ ,  $P 0.215$ ). Estos resultados se asocian con el nivel educativo de los entrevistados (Figura, 12) y del conocimiento sobre que es un humedal (Figura, 13), donde tampoco se encontraron diferencias significativas entre los sitios ( $\chi^2= 1,13$ ,  $P 0.566$ ). Sin embargo, los datos reflejan que el 86,7% de la población entrevistada en los tres sitios no sabe que es un servicio ambiental, y el 78,9% no sabe que es un humedal.

Se debe tener en cuenta, que el conocimiento, la forma como se relaciona la gente con los humedales, y como los percibe, varía según los contextos culturales y biogeográficos, y como las necesidades específicas se involucran en las diferentes comunidades existentes (Marín-Muñiz et al., 2016).

Para el caso de México, existen muchas poblaciones urbanas que se relacionan en gran parte de los recursos que los humedales proveen (Chávez, 2007). Sin embargo, no tienen un conocimiento previo de lo que tienen a su alrededor, generando una constante transformación del componente edáfico del territorio en el que habitan, sin importar las consecuencias que esto trae para el ecosistema, como lo es el caso para estos tres sitios de estudio, donde se evidencian actividades como ampliación descontrolada de la frontera urbana, contaminación del agua por fuentes puntuales y no puntuales, como los drenajes y las escorrentías de las calles, pastoreo de caballos y vacas, y actividades agrícolas.

Por lo tanto, la comunicación ambiental mediante charlas/taller de EA formal o no formal, es indispensable para darles a conocer que es un humedal, la importancia de estos ecosistemas y el

aprovechamiento adecuado de sus servicios ambientales, es de crucial importancia hacia la conservación y rehabilitación de estos ecosistemas en la ciudad de Xalapa.



**Figura 18.** Respuestas afirmativas/negativas sobre conocer que es un servicio ambiental.

Desde mucho tiempo atrás, los humedales naturales por su densa vegetación y condición de zonas pantanosas han sido poco apreciados, por lo que con frecuencia son drenados y desecados para obtener un beneficio económico, la principal amenaza es el cambio de uso de suelo, que incluye principalmente en las costas, recreación turística, o pastoreo, (Moreno-Casasola y Warner, 2010) y en áreas no costeras, para desarrollo urbano.

En la ciudad de Xalapa, los humedales urbanos aún existentes, demuestran poca atención para su conservación.

Un factor importante hacia la conservación y buen manejo de estos ecosistemas es la sociedad civil o población, principalmente aquella adyacente a ellos, donde a través de comités vecinales, podrían llevar a cabo campañas de conservación y rehabilitación del ecosistema, sin embargo, esto pocas veces sucede, en muchos casos debido al desconocimiento de la importancia y beneficios que brindan estos ecosistemas, o por simple desinterés.

En este sentido, para detectar la importancia sobre los humedales entre los habitantes, se indagó en los tres sitios de estudio, que reconocían como ventajas y/o desventajas de vivir cerca de los humedales.

En este sentido, las ventajas más repetitivas descritas por los encuestados en los tres sitios fueron los servicios ambientales de recreación (14-42%) y mejor calidad del aire (30-52%) esto, por la presencia de plantas y árboles en las zonas (Figura 19 a, b, c).

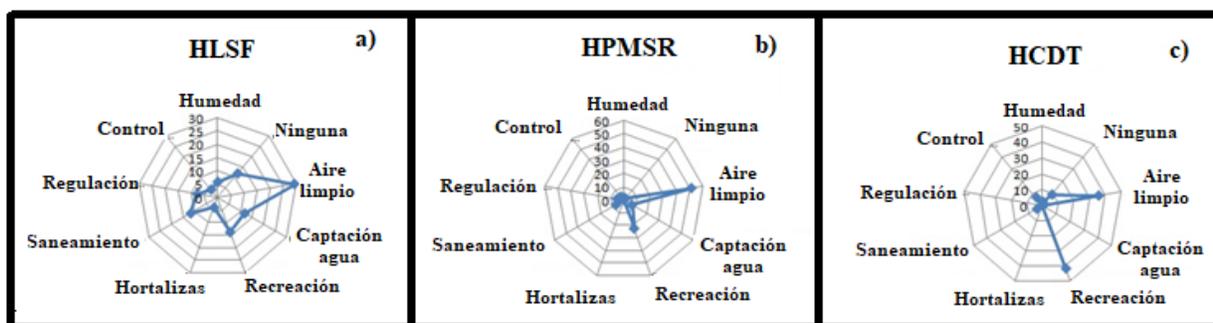
También es importante destacar, que otras ventajas de contar con los humedales fueron percibidas repetidamente en los 3 sitios, aunque en menor porcentaje que las previamente descritas, las cuales incluyen: humedad (2% para HPMSR y HCDT, 6% en HLSF), saneamiento del agua (7% para HPMSR, 4% en HCDT, y 12% en HLSF), y control de inundaciones (3% para HPMSR, 7% en HCDT, y 4% en HLSF). Las ventajas de captación de agua de lluvia y regulación del clima solo fueron percibidas en los sitios de HPMSR (7 y 5%, respectivamente) y HLSF (12 y 8%, respectivamente). Mientras que en un 4% de los entrevistados en HLSF, mencionaron como ventaja, que los humedales son áreas que se prestan para el cultivo de hortalizas.

Ninguna ventaja percibida fue detectada en un 2.9 y 12% de los entrevistados para los sitios de HPMSR, HCDT y HLSF, lo cual refleja un sector minoritario, pero importante de atención en conocer las ventajas de vivir alrededor de humedales. En general, en HLSF se percibieron más ventajas que en los otros sitios, probablemente relacionado con ser el sitio donde la población mostró mayor grado de nivel de estudios (70% entre nivel secundaria y preparatoria).

También cabe recalcar que, aunque no mencionan conocer que es un servicio ambiental como término, las ventajas detectadas reflejan un valor hacia los humedales, y es a partir de ello, que se podría enfatizar en la importancia de rehabilitarlos y conservarlos, promoviendo los servicios ambientales reflejados como ventajas por los entrevistados. González-Marín et al. (2012) mencionan que aprovechar los conocimientos tradicionales, usos y costumbres de las poblaciones respecto a la convivencia común con los humedales, es una estrategia por considerar para contribuir en la conservación de estos, y a partir de ello, generar proyectos de reforestación y manejo de los sitios, involucrando el conocimiento y las necesidades de las poblaciones. En este caso, la mejor calidad del aire por presencia de plantas y árboles, percibida en los 3 sitios en un 70%, resulta un valor de aprovechamiento para implementar actividades del cuidado y rehabilitación de los sitios y con ello encaminar hacia una cultura de conservación y resguardo sustentable.

Otro aspecto que resaltar, es que las ventajas observadas son traducidas en servicios ambientales de los humedales, aunque el término en cuanto a definición de servicios ambientales no sea conocido como se describió en la (Figura, 18).

Los servicios ambientales de los humedales, de acuerdo con la agenda 2030, están agrupados entre: aprovisionamiento (alimento, agua dulce, etc.), de regulación (regulación clima y agua, tratamiento, etc.), culturales (recreativos, estéticos, educacionales, etc.) y de apoyo (ciclo de nutrientes y formación de suelos). Considerando las ventajas observadas, es claro que se reconocen los servicios ambientales culturales y de regulación, mientras que los de aprovisionamiento y de apoyo no son comúnmente percibidos.



**Figura 19.** Ventajas de contar la presencia de humedales percibidas por los entrevistados en (HLSF, 19a), (HPMSR, 19b) y (HCDT, 19c).

En el momento de preguntar, sobre qué desventajas tienen los humedales para ellos como habitantes aledaños al ecosistema, la constante de las respuestas para los tres sitios fueron aspectos relacionados a las inundaciones (17-24% de las respuestas), malos olores (17-24%) y delincuencia (19-36%) (Figura 20 a, b, c).

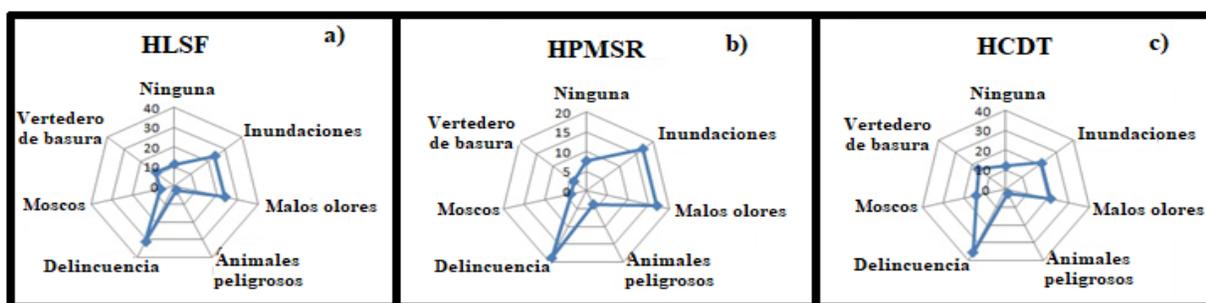
En el caso de la delincuencia, se observa que en los sitios HCDT y HLSF el porcentaje de población que percibieron ese problema constante en la zona fue de 36 y 31%, respectivamente, mientras que en HPMSR fue de 19%, lo anterior, probablemente debido a que en HPMSR si ha habido mayor intervención del gobierno del estado en el mantenimiento del sitio al estar el humedal dentro de un Área Natural Protegida, mientras que el porcentaje mayor en los otros sitios, es resultado quizá a la nula intervención de las autoridades en el resguardo y atención de los sitios, comentado por ellos mismos. Al no haber intervención, hay crecimiento excesivo de vegetación, no hay alumbrado y tales aspectos han favorecido vandalismo en el área, principalmente durante horarios nocturnos.

El aspecto de inundaciones visto como desventaja en los tres sitios (17-24%), alude en el caso de HPMSR, a que en temporadas de lluvias hay un arroyo que pasa a las orillas del humedal, saturándose de agua por los escurrimientos pluviales, y eso, sumado a descargas de aguas negras

que vierten al humedal, más el escurrimiento de la zona alta del ANP, favorece las inundaciones en las zonas bajas, afectando a las colonias que se sitúan allí. Sin embargo, la realidad es que el humedal funciona como una esponja de absorción de agua mediante su tipo de suelo, tenerlo, disminuye los efectos por inundaciones (Convención sobre humedales Ramsar, 2019), es más bien las actividades antropogénicas por las descargas de aguas y cambios en los flujos hidrológicos, lo que está intensificando el anegamiento de agua hacia la zona baja.

En los otros dos sitios, las inundaciones en el área hacen referencia a la topografía cóncava que favorece el almacenamiento de agua, pero igualmente hay tuberías de descargas de aguas negras que intensifican los flujos de agua. Las descargas de aguas negras en los sitios son las responsables de generar malos olores, los cuales han sido percibidos como una desventaja propia de tener el humedal allí (17-24%), cuando la situación es resultado de las mismas actividades de descargas de los habitantes.

Otros aspectos en menor porcentaje, también fueron descritos como desventajas por los entrevistados en los tres sitios de estudio, por ejemplo, los moscos (4-14%), los cuales a su vez son resultado de las descargas de aguas negras, así como el ser sitios de vertedero o tiradero de basura (4-17%), también resultado de las propias actividades de los aledaños no concientizados. Finalmente, según los datos obtenidos y al hacer una comparación entre los sitios no se encontraron diferencias significativas entre las respuestas. ( $\chi^2$ : 1.24, P: 0.486).



**Figura 20.** Desventajas sobre la presencia de humedales, percibidas por los entrevistados en (HLSF, 20a), (HPMSR, 20b) y (HCDT, 20c).

Ante lo anterior, resalta el incluir como punto clave en futuras estrategias de educación ambiental a los servicios de aprovisionamiento y apoyo en estos tres sitios, ya que propician la presencia de humedales, y estos actúan como los productos obtenidos del ecosistema como agua potable, alimento, materia prima, formación de suelos y ciclado de nutrientes. Esto, tiene relación

con el estudio elaborado por Buenfil (2009), quien describe que el conocimiento de los servicios ambientales de aprovisionamiento y apoyo por los habitantes aledaños a un ecosistema podría favorecer su concientización ante cualquier intención de cambio de uso de suelo.

Esto se puede corroborar en el estudio elaborado por Carvajal (1994), quien evaluó la percepción sobre el uso de suelo de Costa Rica; señalando que el suelo es percibido de diferente forma según los recursos que se obtienen del mismo. Esto es similar a lo observado en esta sección de la investigación, donde la percepción de la sociedad podría estar influenciada con respecto a las actividades que desarrollan día a día los pobladores aledaños al ecosistema, es decir, con respecto al uso que cada uno le da al humedal y el valor económico, cultural y ambiental, donde los beneficios de los humedales son visualizados de diferente manera.

La forma de percibir a los humedales dentro de una comunidad va ligada a las actividades que desarrolla la misma en el ecosistema, siendo el principal factor por el cual se evidencian cambios de percepción hacia los recursos naturales. Delgado (2009) afirma que las actividades que cada una de las comunidades desempeñan dentro de la sociedad, genera cambios de percepción atribuidos a la etapa generacional en una misma población y al modo de vida.

Finalmente, se les preguntó a los entrevistados de los tres sitios, que tan interesados estaban en ser parte de las actividades informativas y de educación ambiental acerca de humedales en la ciudad de Xalapa.

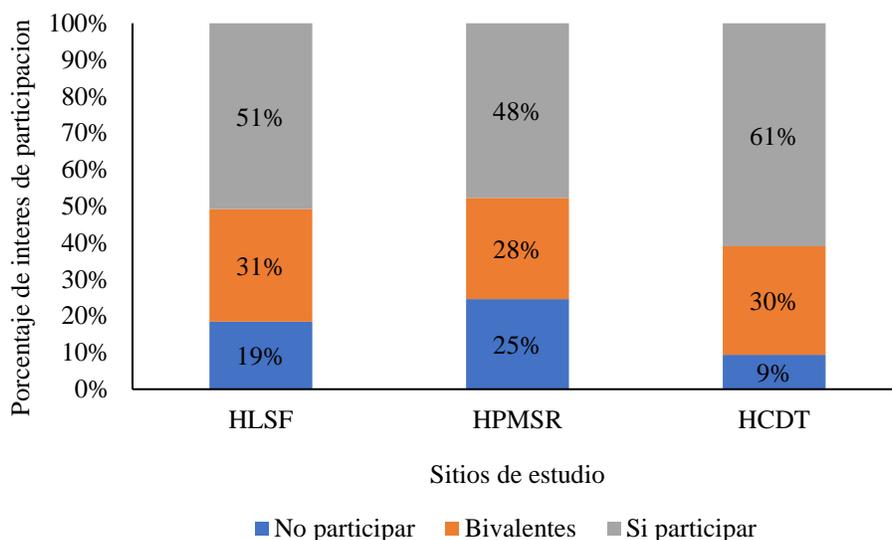
En el sentido de conocer cuál era el interés de los entrevistados sobre conocer más acerca de sus humedales y de participar en acciones para su conservación, se estableció una escala de interés de participación del 1 al 100%, donde 1% es el menor interés y 100% indica un interés mayor (Figura, 21). Ante ello, de los 65 entrevistados en cada sitio, entre el (48- 61%) mostraron interés importante de participar y conocer más sobre los humedales, dicho encuentro, revela la necesidad establecer contacto con ellos y empezar a trabajar en la concientización acerca de los sitios y prepararlos como guardianes de los humedales.

Educar como proceso, permite la construcción, reconstrucción y la reflexión de conocimientos, conductas de valores y el desarrollo de las capacidades individuales y colectivas (Martínez, 2010) y el primer paso para iniciarlo, es teniendo la decisión de hacerlo.

Entre el (28-31%) de los entrevistados en los sitios de estudio se mostraron bivalentes, ni en acuerdo o desacuerdo de la participación, lo cual también refleja que al menos no hay desinterés y

quizá necesitarán solo empezar a observar a sus vecinos aprendiendo o visualizando cambios en la rehabilitación de los sitios, para lograr también integrarse como futuros guardianes.

Allub (2001) menciona que la aversión al cambio va siempre de la mano con salir de la rutina o el simple hecho de tener que hacer modificaciones a actividades ya aprendidas de antaño, por lo que el seguimiento hacia el fortalecer la comprensión y necesidad de conservación de los humedales por los propios habitantes aledaños a ellos, debe ser constante y continuo hasta lograr adopción de estos.



**Figura 21.** Interés de los entrevistados (*n* 65 en cada sitio de estudio) en la participación de actividades informativas y de educación ambiental sobre los humedales de Xalapa.

En este sentido, es necesario que la población con las características del grupo de personas que formaron parte de este estudio, conozca primero las características y servicios ambientales que proveen los humedales urbanos y después conozcan las problemáticas locales en cuanto al deterioro y consecuencias que se generarían por la pérdida de dichos ecosistemas.

Otro aspecto importante por atender es otorgarles la posibilidad de participar activamente en las propuestas para el buen uso y conservación de los humedales urbanos. Ellos necesitan sentirse también responsables de las problemáticas observadas y se les debe animar a que hagan propuestas que permitan lograr la conservación y protección de los humedales urbanos en el mediano y largo plazo.

Otro aspecto crucial por atender es otorgarles la posibilidad de participar activamente en las propuestas para el buen uso y conservación de los humedales urbanos. Ellos necesitan sentirse

también responsables de las problemáticas observadas y se les debe animar a que realicen propuestas que permitan lograr la conservación y protección de los humedales urbanos en el mediano y largo plazo.

Con el fin de llevar a cabo soluciones integrales a las problemáticas presentes y que desarrollen la sustentabilidad socio ambiental en los humedales urbanos de Xalapa mediante educación acción participativa.

Rodríguez-Matla (2020) y Zamudio-Álvarez et al. (2019) reportaron que es importante darle seguimiento a los programas y proyectos que vinculan la elaboración de propuestas de rehabilitación de los humedales urbanos, que se basen en la arquitectura del paisaje e ingeniería ecológica, con el fin de conocer los procesos eco hidrológicos de los sistemas, para llegar a una solución de sustentabilidad socio ambiental en el territorio.

Además, se deben diseñar espacios urbanos y arquitectónicos plasmados en proyectos incluyentes, tomando como factor principal la perspectiva de género, ya que esto permitirá avanzar en el diseño y gestión del entorno urbano, los espacios públicos y de relación, integrando criterios de seguridad, movilidad, accesibilidad, medio ambiente, e interseccionalidad, para garantizar el derecho a la ciudad, sin discriminación en la zona donde se encuentran los humedales, esto, para el beneficio propio de la sociedad.

#### ***3.5.4 Conocimiento y percepción, sobre la conservación, protección y manejo sustentable de humedales urbanos en Xalapa.***

Para detectar el conocimiento de la población entrevistada en los tres humedales, sobre la conservación, protección y manejo sustentable de estos ecosistemas en la ciudad de Xalapa, las respuestas incluidas en la escala de Lickert, se clasificaron en lo que concierne al aporte de las entidades gubernamentales frente al mejoramiento del humedal y su población aledaña, seguridad y prestación de servicios ambientales, si se consideran espacios para rellenar y finalmente, si son sitios donde se presenta vandalismo y reducen el valor del predial de sus viviendas.

Uno de los aspectos a tener en cuenta en el momento de realizar e implementar programas de conservación y rehabilitación en un ecosistema, es conocer si el área de estudio se encuentra protegida por las entidades gubernamentales o si están establecidas dentro de un ANP, al preguntar a los entrevistados, si las entidades gubernamentales aportan de manera sustancial en el mejoramiento continuo del ecosistema de humedal y su población aledaña, tal aspecto fue detectado en los tres sitios de estudio como fuertemente en desacuerdo entre el 4 y 41% de las

respuestas, bivalente entre el 52 y 60% de las respuestas y fuertemente de acuerdo entre 6 y 40% de las respuestas, encontrando diferencias significativas entre los sitios ( $P$  0.001) (Tabla 11), siendo esto percibido positivamente por los pobladores aledaños al HPMSR, a diferencia de los de HLSF Y HCDDT, lo cual demuestra que en los sitios de estudio la mayoría de la población está en desacuerdo y no saben exactamente si las entidades gubernamentales aportan en el cuidado y mejoramiento de los humedales en cuestión.

Por lo tanto, es indispensable el establecer alianzas estratégicas y participativas de los actores clave y la sociedad con las entidades gubernamentales en cada uno de los humedales, con el fin de llevar a cabo propuestas que permitan lograr la conservación y protección de los humedales urbanos, partiendo de las necesidades o problemas propios de vida, haciendo que la sociedad se sienta responsable de las problemáticas observadas y darle una solución integral guiada en conjunto.

Otro aspecto importante es, conocer que tan seguros son los humedales en estudio y si la población entrevistada considera que estos ecosistemas les presentan servicios ambientales que sean benéficos para ellos, por lo que la pregunta fue directamente, si consideran que los humedales urbanos son seguros y presentan servicios ambientales que pueden aportar de manera positiva a ellos como comunidad, a lo cual se detectó que entre 0 y 6.15% de la población entrevistada está fuertemente en desacuerdo, bivalente entre el 35 y 50.77% y fuertemente de acuerdo entre el 56 y 64% de las respuestas, sin diferencia entre los sitios ( $P$  0.232) (Tabla 11).

Tales respuestas demuestran que la población conoce que los humedales en cuestión, pueden ser sitios seguros y que directa o indirectamente les presta un beneficio a la comunidad, como se reporta en la (Figura 20). Sin embargo, la aplicabilidad de las políticas públicas ambientales ya existentes, que enmarcan el manejo y preservación de estos ecosistemas en las ciudades de manera eficiente, aportarían de manera sustancial en la seguridad de estos y en la obtención sustentable de los servicios ambientales en beneficio de la sociedad.

Respecto a que si la sociedad consideraba que los humedales urbanos son espacios que se deben rellenar, se detectaron cambios en las respuestas como fuertemente en desacuerdo en un 1 y 23% de las respuestas, bivalente entre el 44 y 79.6% y fuertemente de acuerdo entre el 5 y 32.31% de las respuestas, no encontrando diferencias significativas entre los sitios ( $P$ : 0.061) (Tabla 11).

Lo considerable es que los entrevistados en los tres sitios de estudio, tienen claro que no se deben rellenar estos ecosistemas con ánimos de lucro, si no, que se deben establecer dentro de un área conservada, donde se establezcan áreas recreativas con vegetación y fauna, senderos y lugares de esparcimiento familiar, y con ello, aportar constantemente en su rehabilitación y protección en beneficio mutuo entre la sociedad y el ecosistema.

Lo anterior coincide con Martin et al. (2020) en su estudio sobre los humedales y su importancia y herramientas para su protección, resaltando que son ecosistemas que brindan varios beneficios ambientales y que deben ser explotados de manera sustentable, enfatizándose en las áreas de recreación social y senderismo.

Por otro lado, se les preguntó a los entrevistados si consideraban que los humedales reducen el valor de las propiedades y se prestan como sitios para vandalismo, la respuesta más frecuente por la población indicó que están en fuerte desacuerdo para los tres sitios entre el 6 y el 21.5%, bivalente entre el 58 y 79.6% y fuertemente de acuerdo entre el 11 y 20% respectivamente ( $P < 0.059$ ) (Tabla 11). La respuesta más frecuente fue que no saben si estos ecosistemas reducen el valor de sus propiedades y si son sitios propensos para el vandalismo, sin embargo, si a estos sitios no se les presta una adecuada atención, en términos de manutención continua frente al crecimiento descontrolado de la vegetación, manejo de los canales hídricos, manejo adecuado de residuos y seguridad, el valor de sus propiedades tenderá a ser mucho menor a lo actual, y se incrementaría el vandalismo en los sitios.

**Tabla 11.** Distribución de frecuencias de las respuestas a la descripción de conservación, protección y manejo sustentable de humedales urbanos en Xalapa de acuerdo con la escala de Likert.

	(HPMSR)			(HCDT)			(HLSF)		
	Escala de Lickert (respuesta en %)								
	--	~	+	--	~	+	--	~	+
Protección de las entidades gubernamentales frente a los humedales urbanos.	4.62	55.38	40 <sup>a</sup>	10.77	60	29.23 <sup>b</sup>	41.54	52.31	6.15 <sup>c</sup>
Seguridad y prestación de	3.08	50.77	64.62 <sup>a</sup>	0	37.50	62.50 <sup>a</sup>	6.15	35.38	56.92 <sup>a</sup>

servicios ambientales.									
Espacios para rellenar.	23.08	44.62	32.31 <sup>a</sup>	1.56	79.69	5.75 <sup>b</sup>	17.46	61.9	20.63 <sup>c</sup>
Sitios donde se presenta vandalismo y reducen el valor predial de sus viviendas.	21.54	58.46	20 <sup>a</sup>	6.25	79.69	14.06 <sup>a</sup>	16.13	72.58	11.29 <sup>a</sup>

---

Escala de Lickert: fuertemente en desacuerdo (-), bivalente (~), fuertemente de acuerdo (+).

Letras iguales como superíndice entre columnas indican no diferencias estadísticas entre los tres sitios de estudio.

### ***3.5.5 Problemáticas sociales que resaltó la población en cada sitio de estudio***

En el HLSF habitan dos tipos de habitantes alrededor del humedal, los del fraccionamiento Homex y los de la colonia Antorchistas, este último es una organización política mexicana nacional que entre sus múltiples actividades, realiza el comercio y apropiación de terrenos, y estos mismos se apropian del terreno en el que están habitando, y dado que las autoridades gubernamentales no han hecho presencia, los Antorchistas han establecido puestos de comercio ambulante en el área para desarrollo económico.

Los vecinos del fraccionamiento culpan a los antorchitas del deterioro del humedal, mencionando que rellenan ciertas áreas para elaborar sus puestos, existiendo el conflicto de intereses entre los dos tipos de comunidades (Antorchista y Fraccionamiento Homex), por lo que la intervención de las autoridades resalta como una necesidad.

En HCDT un problema detectado fue la tenencia de la tierra como un conflicto de intereses, un particular dice ser el dueño del espacio que cubre los humedales, sin embargo, hace años previos la tierra entró en donación, pero no se ha tenido formalización de lo mismo, por lo que, de igual manera, la intervención gubernamental resulta como una necesidad latente.

La comunidad aledaña al humedal tiene la intención de conservar el sitio, reflejado en la limpieza del sitio esporádica, pero también resaltan la inseguridad en el área por la falta de iluminación e intervención gubernamental como se ha descrito previamente.

En el HPMSR la problemática social común, está más relacionada con las inundaciones, mosquitos y malos olores, como se resaltó entre las ventajas y desventajas descritas. Aunque si han notado importantes cambios en temas de seguridad e intervención por parte de las autoridades.

Ante las descargas de aguas negras en los humedales naturales, el uso de humedales construidos donde se canalicen las aguas negras para su tratamiento, pueden ser una opción viable, ya que tales sistemas o biotecnología, no requiere de altos costos de instalación, ni de operación, sino que a los mismos habitantes se les puede capacitar para su mantenimiento, por lo que, la elaboración de manuales de manejo del humedal natural, así como de la construcción y operación de humedales construidos resultan también necesarios de diseñar.

### **3.6 Conclusiones**

La mayoría de los habitantes de las colonias aledañas a los tres humedales (HPMSR, HLSF, HCDDT) no conocen los términos de humedal y servicio ambiental. Sin embargo, si conocen otros términos como ciénega o pantano y reconocen algunos servicios ambientales de los humedales bajo el término de ventajas o beneficios de estos.

Los humedales dentro de la zona urbana de la Ciudad de Xalapa no son percibidos al 100% como sitios benéficos, solo algunos criterios como aire limpio y recreación fueron principalmente percibidos como parte de los beneficios del humedal, y estos traducidos como servicios ambientales culturales y de regulación, a pesar de que tal término sea poco identificado.

Se reveló que los servicios ambientales de aprovisionamiento y apoyo son menos percibidos que los culturales y de regulación, los cuales son necesarios de abordar en posibles estrategias educativas.

Se detectó que las percepciones negativas sobre los humedales como los malos olores, presencia de mosquitos y que son sitios donde se arroja basura y escombros, son actividades que repercuten en problemáticas ecológicas, económicas, sociales y hasta de salud en la comunidad y son el resultado de las propias actividades antropogénicas.

La inseguridad fue un aspecto predominante percibido para las zonas de estudio, donde gran parte de esta, se liga a la falta de autoridades que mantengan luminaria, aseo y grupos de resguardo del ecosistema, así como la generación de talleres de sensibilización sobre la importancia de los humedales y sus servicios ambientales para la salud y bienestar humano.

El acompañamiento de las entidades gubernamentales encargadas de su protección y de las instituciones educativas fue percibido positivamente por la población entrevistada en el humedal

HPMSR, manifestando que estas instituciones aportan de manera sustancial en el cuidado, manejo y conservación de este ecosistema. Sin embargo, en los humedales HLSF y HCDT la ausencia de autoridades fue percibido negativamente.

Se percibió un importante interés por parte de la población en querer aprender y conocer más sobre los humedales y las iniciativas para la rehabilitación de estos.

Finalmente, se cumple la hipótesis planteada, de que los humedales urbanos de Xalapa se encuentran perturbados por las actividades antropogénicas en la ciudad, por lo que la percepción de los habitantes aledaños al humedal fue negativa.

## **CAPÍTULO IV. CHARLAS ITINERANTES DE EDUCACIÓN SOBRE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS HUMEDALES URBANOS DE XALAPA PARA PROMOVER SU CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE**

### **Resumen**

Una de las problemáticas actuales que enfrentan los humedales urbanos en México, es el impacto negativo generado por las prácticas nocivas de carácter antropogénico, que incluyen principalmente al desarrollo urbano, cambio del uso del suelo, contaminación del agua, así como, la omisión de la responsabilidad y el desconocimiento que tienen los habitantes sobre la importancia de preservar y conservar estos ecosistemas en las ciudades.

La educación ambiental, es el pilar en el cambio de percepción y uso adecuado del territorio. Este estudio, diseñó y ejecutó una estrategia de divulgación sobre la importancia y los servicios ambientales de los humedales urbanos para promover su conservación/restauración y uso adecuado de estos ecosistemas. Se realizaron charlas no formales de educación ambiental en dos parques públicos (Los Lagos y Tecajetes) de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. Este proceso se dividió en tres pasos consecutivos (1) diseño del cuestionario de diagnóstico y evaluación (2) aplicación de charlas de EA (3) análisis y tratamiento de los datos. Con el fin de identificar si hubo un efecto en el conocimiento de los participantes en la fase de diagnóstico y evaluación, se hizo una prueba de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) para cada sitio. Los resultados mostraron, que el conocimiento de la población fue similar en los dos puntos de muestreo. Durante el diagnóstico la sociedad no tenía un conocimiento exacto de que son los humedales, sus servicios ambientales y acciones de mitigación de impacto. Al aplicar una evaluación luego de la implementación de las charlas, se evidenció una mejora en el conocimiento de los participantes entre las preguntas. Fue posible identificar, que el conocimiento de la sociedad, incrementó de manera positiva en el momento de la aplicabilidad de las charlas en los dos parques públicos, se encontraron diferencias significativas entre el diagnóstico y la evaluación entre los sitios ( $P \leq 0.05$ ). Se concluye, que la implementación de propuestas de educación ambiental no formal a manera de charlas, brinda un espacio ameno y

abre puertas para fortalecer la participación y el conocimiento de la población, en búsqueda de la conservación y uso adecuado de estos ecosistemas en Xalapa.

**Palabras clave:** *Conocimiento, charlas itinerantes, educación ambiental, participación ciudadana.*

## CHAPTER IV. TRAVELING EDUCATION TALKS ON THE ENVIRONMENTAL SERVICES OF THE URBAN WETLANDS OF XALAPA TO PROMOTE THEIR CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE

### Abstract

One of the current problems facing urban wetlands in Mexico is the negative impact generated by harmful practices of an anthropogenic nature, which mainly include urban development, change in land use, water pollution, as well as the omission of responsibility and the ignorance that the inhabitants have about the importance of preserving and conserving these ecosystems in the cities. Environmental education is the pillar in the change of perception and proper use of the territory. This study designed and executed a dissemination strategy on the importance and environmental services of urban wetlands to promote their conservation/restoration and proper use of these ecosystems. Informal environmental education talks were held in two public parks (Los Lagos and Tecajetes) in the city of Xalapa, Veracruz, Mexico. This process was divided into three consecutive steps (1) design of the diagnostic and evaluation questionnaire (2) application of EE talks (3) analysis and treatment of the data. In order to identify if there was an effect on the knowledge of the participants in the diagnosis and evaluation phase, a chi-square ( $\chi^2$ ) test was performed for each site. The results showed that the knowledge of the population was similar at the two sampling points. During the diagnosis, society did not have an exact knowledge of what wetlands are, their environmental services and impact mitigation actions. When applying an evaluation after the implementation of the talks, an improvement in the knowledge of the participants between the questions was evidenced. It was possible to identify that the knowledge of society increased positively at the time of the applicability of the talks in the two public parks, however, significant differences were found between the diagnosis and the evaluation between the sites ( $P \leq 0.05$ ). It is concluded that the implementation of non-formal environmental education proposals in the form of talks, provides a pleasant space and opens doors to strengthen the participation and knowledge of the population, in search of the conservation and proper use of these ecosystems in Xalapa.

**Keywords:** *Knowledge, traveling talks, environmental education, citizen participation.*

#### 4. Introducción

Los humedales urbanos son, ecosistemas que interactúan con el medio urbano y es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y está en constante interrelación con los seres vivos que la habitan, donde el agua es el elemento clave que define sus características físicas, vegetales y animales (Acevedo, 2019).

Estos ecosistemas, principalmente los urbanos, hacen que las ciudades sean habitables debido a que presentan múltiples funciones naturales y se establecen como beneficio directo para los seres humanos (Convención sobre Humedales Ramsar, 2019), los cuales son denominados servicios ambientales o ecosistémicos de los humedales.

En un ambiente urbano, estos ecosistemas reducen las inundaciones absorbiendo el agua durante las tormentas, reabastecen los depósitos de agua potable depurando el agua que se filtra en los acuíferos, lo que ayuda a recargar esta importante fuente de agua, así mismo, su suelo rico en nutrientes y la vegetación abundante de estos ecosistemas funciona como un filtro de agua que absorbe toxinas dañinas, pesticidas agrícolas y desechos industriales del agua.

Los humedales urbanos son espacios verdes naturales en los que los habitantes de las ciudades se pueden relajar y disfrutar del acceso a una amplia variedad y diversidad de plantas y animales, Castell (2020) confirma que la interacción con la naturaleza mejora la salud física y emocional de las personas. Sin embargo, la evidente presión que sufren estos ecosistemas en la ciudad por el constante desarrollo urbano y mal uso del suelo, son las amenazas directas para la conservación de estos.

Los cambios demográficos que se presentan en una ciudad son un factor fundamental para la transformación del medioambiente. Los humedales urbanos no han sido la excepción, conforme transcurre el tiempo, el ser humano influye directamente en el deterioro y degradación del medio y de sus recursos naturales (Osma, 2019). Los humedales urbanos han ido perdiendo parte de su abundancia y riqueza de especies, han tenido que adoptar especies que salen a buscar posibles lugares para habitar. Aprender a vivir entre los escombros y los desechos, la transformación en vías, o urbanizaciones, son tan solo unos de los cambios que han sufrido los humedales urbanos y con ellos las especies que allí habitan, generando con ello que estos se vean cada vez más afectados y reducidos en cantidad y calidad en función de sus servicios ambientales (Paz, 2013). La especie humana actúa como el agente causante relevante de la continua degradación de estos ecosistemas.

Pensar entonces, en la conservación, rehabilitación, crecimiento, progreso, y desarrollo de los humedales urbanos es un escenario propicio para llevar a cabo la sustentabilidad en estos ecosistemas. No obstante, la existencia de investigaciones en torno al tema ecológico y funcional de estos ecosistemas, y de políticas de protección medioambiental, el problema persiste: los humedales urbanos siguen secándose, perdiendo especies y recibiendo especies migrantes e invasoras que afectan el funcionamiento natural de estos ecosistemas (Osma, 2019).

Por otra parte, la educación ambiental no se da en los humedales de manera eficiente debido a que no es articulada desde una visión sistémica, es decir, que comprenda un sistema de conocimientos y habilidades específicos que partan desde la identificación del problema, determinación de alternativas de solución, selección de una alternativa, poner en práctica la alternativa seleccionada, determinación de la eficacia de la realización y revisión de cuando sea necesario cualquiera de las etapas del proceso para buscar el mejoramiento y enriquecimiento del mismo, siendo esto un enfoque necesario para asegurar el impacto esperado en la educación ambiental y gestión socio ambiental.

En este sentido, para tomar una actitud consciente ante el medio que hacemos parte y que nos rodea, depende de pasar de ser personas no sensibilizadas a personas informadas, sensibilizadas y con disposición de participar y ser parte en la solución de cada uno de los problemas ambientales que enfrentan los humedales.

Por consiguiente, es pertinente validar la importancia de la educación ambiental en cada uno de los procesos de fortalecimiento socio ambiental, enfatizándose en la protección, conservación y rehabilitación de todos los elementos que conforman los humedales urbanos, involucrando de manera activa y participativa a la sociedad, específicamente a la población que interactúa con ellos y que no tiene un conocimiento previo de la importancia de estos ecosistemas para el equilibrio climático y desarrollo sustentable en las ciudades.

Según la Comisión de Educación de la IUCN, Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos (1970), La Educación Ambiental “es el proceso que consiste en reconocer los valores y aclarar conceptos con objeto de fomentar las aptitudes necesarias para comprender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico”. Asimismo, para la Organización de las Naciones Unidas ONU, “esta educación permite reconocer valores y conceptos para crear habilidades y actitudes necesarias para comprender y apreciar la relación natural y social entre el hombre y su medio biofísico circundante, al tiempo que le da

posibilidades de crear normas y códigos de comportamiento para lograr el mejoramiento de la calidad ambiental”.

Hernández-Alarcón (2021) Menciona que la ciudad de Xalapa posee importantes áreas de humedales. Sin embargo, los humedales Xalapeños se encuentran degradados, lo que les impide proveer beneficios a la sociedad. Por lo que es necesaria una gestión socio ambiental y programas de educación ambiental de dichos ecosistemas para restaurarlos y que ayuden a mitigar problemas urbanos como las inundaciones, las altas temperaturas del aire y que provean áreas de recreación verdes.

Por ello, se deben planificar y llevar a cabo actividades educativas y de sensibilización que conlleven a trabajar las actitudes y el comportamiento de la población, con el fin de fomentar una actitud crítica, participativa y responsable frente a la situación que viven los humedales urbanos en Xalapa, especificando los procesos naturales y los servicios ambientales que estos ecosistemas presentan, mitigando en gran proporción el impacto antrópico, además, esto fortalece el vínculo entre las instituciones educativas y la sociedad, ya que fomenta la reflexión y genera conocimiento sobre la importancia y conservación de los humedales en las ciudades, generando espacios y material de difusión.

Por lo anterior, en este capítulo se describe la investigación sobre un proceso de sensibilización y educación ambiental con la población de la zona urbana de Xalapa, Veracruz, específicamente en dos parques públicos concurridos (Los lagos y Tecajetes) para promover cambios positivos hacia la protección, conservación y rehabilitación de los humedales urbanos y generar procesos frente a las problemáticas ambientales que actualmente presentan estos ecosistemas en la región urbana de Xalapa, Veracruz, México.

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

¿Incrementará el conocimiento de la sociedad tras la exposición a una campaña de divulgación sobre los beneficios de los humedales?

#### **4.2 Objetivos del trabajo**

Diseñar y ejecutar estrategias de divulgación sobre la importancia y los servicios ambientales de los humedales urbanos para promover su conservación/restauración y uso adecuado de estos ecosistemas.

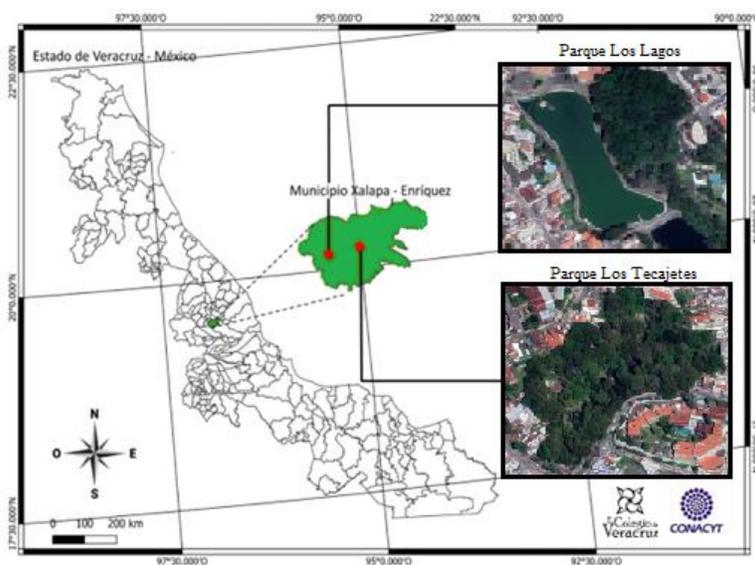
### 4.3 Hipótesis del trabajo

La implementación de estrategias de divulgación de la importancia de los humedales urbanos generará un cambio en el conocimiento de la sociedad.

### 4.5 Metodología

#### 4.5.1 Región de estudio

Este estudio se llevó a cabo en dos parques públicos en la región urbana en el municipio de Xalapa, Veracruz, México, los sitios de estudio se describen a continuación y se visualizan en la (Figura 22).



**Figura 22.** Ubicación de los sitios de estudio en la región urbana del municipio de Xalapa, Veracruz, México.

*Imagen recuperada de: autoría propia – Qgis.*

#### **Parque Los Tecajetes:**

Es un parque en la ciudad de Xalapa, en el estado de Veracruz, en el sureste de México. Formado sobre una depresión natural, debajo del suelo se encuentra un manantial de agua dulce que alimenta los acueductos y canales que son una característica del parque. El nombre de los Tecajetes se debe a una voz náhuatl que significa cajete (cuenco o vasija) de piedra.

#### **Parque Los Lagos:**

Este conjunto de tres lagos está rodeado de jardines y senderos para caminar en una zona boscosa. Se localiza en el barrio del Dique, a tan solo 10 minutos del centro de Xalapa. Antiguamente fue una presa que perteneció a una compañía textil. El lugar es frecuentado por familias, grupos de

amigos y personas que acuden en pareja o en solitario para ejercitarse. Pero también verás otros viajeros que aprovechan para explorarlo y pasar una tarde a gusto.

#### ***4.5.2 Técnicas e instrumentos para levantamiento de datos***

Según los resultados obtenidos en el capítulo tres de percepciones sociales y con el fin de aportar y mejorar el diseño de los programas de educación ambiental en México, específicamente en Xalapa, Veracruz, se propuso llevar a cabo charlas itinerantes de educación ambiental sobre los humedales urbanos y sus servicios ambientales para la población en general de la ciudad. El proceso se dividió en tres pasos consecutivos (1) diseño del cuestionario de diagnóstico y evaluación (2) aplicación de charlas de EA (3) análisis y tratamiento de los datos.

El diseño del cuestionario (1) comprendido en dos fases, una primera como fase de diagnóstico y una segunda como fase de evaluación. El instrumento consistió en cuatro preguntas para diagnosticar y evaluar el conocimiento de la sociedad participante, las cuales se enmarcaron en el conocimiento de humedales, servicios ambientales y acciones de mitigación de impacto.

La aplicación de charlas de educación ambiental (2) se utilizaron como estrategias pedagógicas para la sensibilización y educación ambiental en dos parques públicos de Xalapa (los Lagos y Tecajetes) como una herramienta clave para aportar al conocimiento en los niños, niñas, padres de familia, frente a temáticas ambientales, servicios ambientales, conservación y cuidado de los humedales urbanos en Xalapa, lo anterior se trabajó desde la educación ambiental no formal teniendo en cuenta que la educación, es un proceso el cual se vincula al ser humano indistintamente de los espacios donde se realice.

Esto contribuye a un cambio cultural y de reconocimiento de los humedales en un entorno urbano como un espacio pedagógico y una alternativa nueva de aprendizaje, fortaleciendo el sentido de pertenencia y responsabilidad con las futuras generaciones, donde los beneficiarios se apropien como garantes de la protección y uso racional que conlleven a un cambio de actitud y aptitud frente a los humedales urbanos.

#### ***4.5.3 Análisis y tratamiento de los datos***

El análisis y tratamiento de los datos (3) se realizó mediante la aplicación de un cuestionario de evaluación antes y después de la realización de las charlas, con el fin de evaluar el conocimiento de la población participante. Para identificar si hubo un efecto en el conocimiento de los

participantes en la fase de diagnóstico y evaluación, se realizó una prueba de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) para cada sitio con el programa SPSS v21 para Windows.

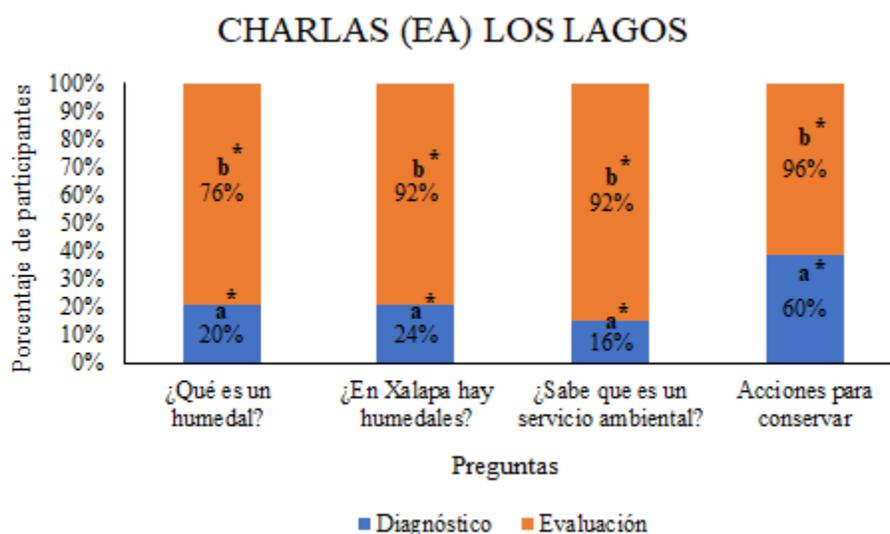
## 4.6 Resultados charlas itinerantes de educación ambiental

### 4.6.1 Charlas itinerantes de educación ambiental Los Lagos

Durante la evaluación diagnóstica, antes de la implementación de la charla de EA no formal a 25 personas en el parque público Los Lagos, se identificó que solo el 20% del 100% de los participantes sabían que es un humedal, 14% tenían un conocimiento de que en Xalapa existen humedales, solo el 16% describió que es un servicio ambiental y 60% mencionó algunas acciones para la conservación de estos ecosistemas.

Sin embargo, después de la implementación de la charla, al volver a aplicar el cuestionario a manera de evaluación a los mismos participantes, se identificó que el 76% sabía que es un humedal, 92% obtuvo un conocimiento sobre la existencia de humedales en Xalapa, 92% describió de manera acertada que es un servicio ambiental y 96% supo de las diferentes acciones para ayudar a la conservación de los humedales en las ciudades.

Se encontraron diferencias significativas entre el diagnóstico y la evaluación ( $P$  0.031), sin embargo, se logra evidenciar en la (Figura 23), que la población participe en el parque los Lagos si obtuvo un conocimiento válido luego de la implementación de estas.



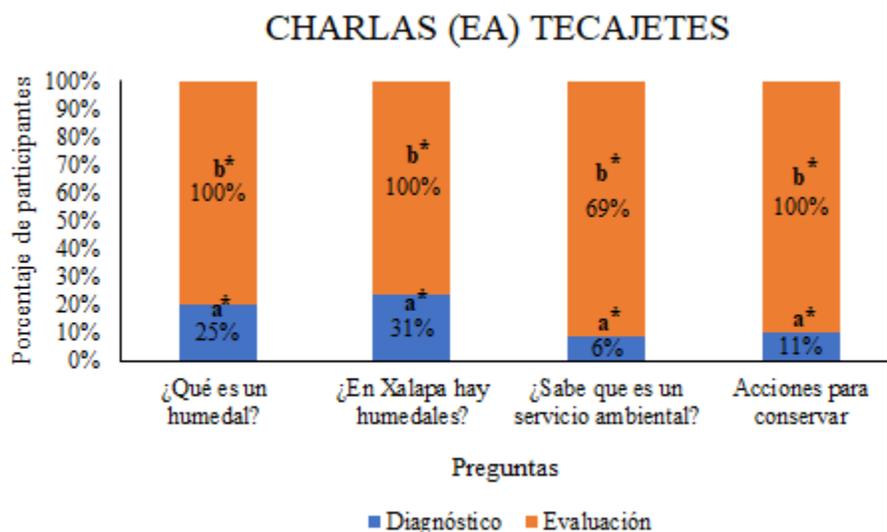
**Figura 23.** Charlas de educación ambiental Los Lagos. Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre la frecuencia de la respuesta (a\*,b\*).

#### 4.6.2 Charlas itinerantes de educación ambiental Tecajetes

Durante la evaluación diagnóstica antes de la implementación de la charla de EA no formal a 16 personas en el parque público Tecajetes, se identificó que solo el 25% del 100% de los participantes sabían que es un humedal, 31% tenía conocimiento de que en Xalapa existen humedales, solo el 6% describió acertadamente que es un servicio ambiental y 11% conocía algunas acciones para la conservación de estos ecosistemas.

Después de volver a aplicar el cuestionario a manera de evaluación a los mismos participantes después de la charla de EA, se identificó que todos los participantes obtuvieron un conocimiento básico sobre que es un humedal, además, el 100% de los participantes lograron identificar que humedales urbanos existen en Xalapa y el 69% logró describir con exactitud que es un servicio ambiental, finalmente el 100% de los participantes mencionaron y conocieron las diferentes acciones para ayudar a la conservación de los humedales en las ciudades.

Se encontraron diferencias significativas entre el diagnóstico y la evaluación ( $P 0.023$ ), se logra evidenciar en la (Figura 24), que la población participe en el parque los Lagos si obtuvo un conocimiento valido luego de la implementación de las estas.



**Figura 24.** Charlas de educación ambiental Tecajetes. Letras diferentes con asteriscos indican diferencias estadísticas entre la frecuencia de la respuesta (a\*,b\*).

#### **4.7 Discusión charlas itinerantes de educación ambiental**

Actualmente estamos viviendo una crisis ambiental y la educación debe desempeñar un papel crucial en el desarrollo del conocimiento y sensibilización de la sociedad. Estas charlas se brindaron para inspirar y educar a la población habitante en la ciudad de Xalapa sobre la conservación, obtención sustentable de los diferentes servicios ambientales que brindan los ecosistemas de humedal y las diferentes acciones que se deben llevar a cabo para su preservación.

Los humedales, como lo menciona O'Neal (1995), no solo tienen mérito educativo desde una perspectiva ecológica, sino también tienen ramificaciones sociológicas, éticas y culturales. El establecer estos ecosistemas como sitios para fomento del conocimiento y desarrollo socio ambiental, presenta una oportunidad para no solo relacionarse con los problemas ambientales locales, sino también como los problemas regionales, nacionales y globales.

Varios de los participantes en las charlas de EA mencionaron que nunca han estado en contacto con un ecosistema de humedal, sin embargo, la actividad de sensibilización los motivó a conocer más sobre estos ecosistemas, e incluso, mencionaron que se invitaran a ser partícipes en futuras estrategias de educación y rehabilitación ecosistémica. Una de las misiones de este objetivo, era estimular el interés de los participantes hacia el medioambiente, utilizando una charla amena y discutiendo con base a los diferentes puntos de vista y problemáticas observadas en las que se ven inmersos estos ecosistemas en las ciudades.

En las Figuras 23 y 24, se evidencian los resultados fueron bastante similares durante el desarrollo de la actividad, donde la población participante obtuvo un conocimiento mucho más amplio sobre conservación de humedales, así como de los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas y las diferentes acciones que se deben tener en cuenta para lograr una correcta conservación luego de la implementación de las charlas, sin embargo, como lo menciona Kiessling y Marchetti (2019) el lograr realizar estas actividades de educación de manera in-situ, donde los participantes puedan ver, oler, oír, tocar el medio y percibir los cambios temporales del ecosistema, logrará generar una marca y arraigo de lo que tienen en su entorno, de esta manera, se aporta de manera consciente en la conservación y preservación de estos ecosistemas en la ciudad.

Este capítulo mediante un medio educador (EA) aportó la transformación del pensamiento de la comunidad participe, con el fin de desarrollar agentes multiplicadores de información, así como promotores de actitudes proambientales en la interacción socio ambiental sustentable con los ecosistemas de humedal en la ciudad de Xalapa.

Chamorro-Yela y Paz-Insuasti (2013), mencionan que la EA debe promover la participación de la comunidad en el proceso educativo, ya que la vinculación de esta con las instituciones educativas constituye una condición indispensable para poner al sujeto que aprende en contacto con el medio que lo rodea y en el que está inserto, y con esto, posibilitar una interacción permanente entre ambos (Articulación, 2007).

Aunado, la mejora de conocimiento obtenido a través de las charlas es resultado de la información dada en el momento de la investigación, sería importante seguir promoviendo este tipo de actividades en parques públicos y en ecosistemas específicos con el fin de que el conocimiento perdure a largo plazo.

#### **4.8 Conclusiones**

Fue posible identificar que el conocimiento de la sociedad incrementó de manera positiva en el momento de la aplicabilidad de charlas de educación ambiental NO FORMAL en dos parques públicos de la ciudad de Xalapa.

Para el análisis del conocimiento adquirido durante los talleres, se unificaron las respuestas entre los sitios de estudio, dado que son sitios muy cercanos en una misma ciudad (n 40) donde el conocimiento fue similar en los puntos de muestreo, ya que durante el diagnóstico la sociedad no tenía un conocimiento exacto de que son los humedales, sus servicios ambientales y acciones de mitigación de impacto. Al aplicar una evaluación luego de la implementación de las charlas, si mejoró el conocimiento de los participantes entre las preguntas.

A partir de la implementación de las charlas, se evidenció que la sociedad participante obtuvo un conocimiento nuevo con respecto al conocimiento general de los humedales, sobre la existencia de los mismos en la ciudad de Xalapa, sus servicios ambientales, las problemáticas en que se ven inmersos estos ecosistemas en la ciudad y las acciones para la mitigación de impacto.

Además, se concluye que la implementación de propuestas de educación ambiental a manera de charlas brindó un espacio ameno y abrió puertas para fortalecer el conocimiento y la participación ciudadana en pro de la conservación de los ecosistemas urbanos en Xalapa.

Finalmente, se acepta la hipótesis de que la implementación de estrategias de divulgación de la importancia de los humedales urbanos generó un cambio en el conocimiento de la sociedad.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

### 5. Conclusiones y recomendaciones capítulo II, III, IV

El sistema de humedales evaluados en la región urbana de Xalapa, Veracruz, México, presentaron una abundancia, riqueza y diversidad de especies media y baja durante las cuatro estaciones climáticas. Además, considerando algunas características estructurales de los humedales, se pudo detectar que ciertas especies de aves estuvieron presentes únicamente en aquellos humedales más extensos, y mejor conservados, como es el caso para HPMSR.

En términos de conservación biológica, podemos destacar la importancia de estos humedales para las especies migratorias, además de las especies residentes que se reproducen o utilizan la zona durante todo el año. No obstante, la abundancia, riqueza y diversidad variaron a lo largo del año, con valores mayores en verano y primavera. En particular por la presencia de *Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus* y *dives dives*, especies residentes que alcanzan una abundancia alta dentro de la comunidad.

Controlar el uso del suelo en las áreas de humedal, lograría un proceso de conservación más eficiente, esto, generaría un aumento en la diversidad de especies endémicas y migratorias, ya que se establecerían como corredores biológicos fundamentales para las comunidades de aves, aportando en su crecimiento poblacional, aunado, permitiría que el perfil del agua de estos ecosistemas presente una calidad óptima para un mejor funcionamiento.

Durante el diagnóstico ambiental, la calidad del agua de los humedales urbanos registrados en esta investigación, sobrepasaron los límites permisibles de la calidad de agua, para la protección de vida acuática en ecosistemas continentales (CE-CAA-001/89) (SEMARNAT, 2009). Estos resultados pueden ser de utilidad como punto de referencia, para que, en una serie de trabajos futuros de este tipo, se puedan observar las tendencias que siguen los parámetros evaluados (aniones, cationes), ya que, hasta ahora, se tiene poco conocimiento sobre su respuesta ante un clima cambiante en un ámbito urbano.

La pérdida de hábitats, alteración y fragmentación de humedales, aunado a las diferentes actividades antropogénicas, están generando una de las peores crisis ambientales del último siglo. El monitoreo constante de la calidad del agua y de comunidades biológicas de fauna, no solo de aves en las regiones de estudio, debe implementarse para mostrar los impactos de las variaciones

climáticas y sus repercusiones en la salud de los humedales de Xalapa, Veracruz, con fines de una rehabilitación ecosistémica.

Se logró identificar que, existe una influencia estacional sobre el nivel del agua, los parámetros fisicoquímicos en agua superficial, y en la abundancia, riqueza y diversidad de especies de aves. Esto indica que los humedales urbanos de Xalapa, a pesar del efecto de la urbanización y actividades antropogénicas, siguen conservando su estructura y funcionamiento desde el punto de vista ecológico. Por lo que se recomienda establecer estos ecosistemas dentro de las ANP en la ciudad, rehabilitarlos y poder obtener de manera adecuada sus servicios ambientales.

Se recomienda en futuras investigaciones, establecer una metodología veraz y llevar a cabo más de 4 recorridos mensuales durante cada una de las estaciones climáticas, esto con el fin de obtener una mayor base de datos con respecto a la riqueza, abundancia y diversidad de especies de aves, en búsqueda de complementar y fortalecer lo evaluado.

Por otro lado, la sociedad juega un papel importante en las variaciones ecológicas de los ecosistemas. La carencia de educación ambiental de la población que participó durante el diagnóstico social, repercutió en un desconocimiento sobre estos ecosistemas, sus servicios ambientales y en las acciones de conservación/preservación de los humedales urbanos en Xalapa. Existe un amplio porcentaje de encuestados que espera un cambio favorable en este ámbito.

Los humedales dentro de la zona urbana de la Ciudad de Xalapa no fueron percibidos al 100% como sitios benéficos debido a la presencia de mosquitos, malos olores e inseguridad, solo algunos criterios como aire limpio y la recreación fueron principalmente percibidos como los beneficios del humedal, estos traducidos como servicios ambientales culturales y de regulación, a pesar de que tal término sea poco identificado.

Se reveló que los servicios ambientales de aprovisionamiento y apoyo son menos percibidos que los culturales y de regulación, los cuales son necesarios de abordar en posibles estrategias educativas.

De acuerdo con las percepciones, se resalta la necesidad de fortalecer la acción colectiva entre los habitantes para un bien común en cada uno de los humedales, pero específicamente en HLSF, donde hay discordia entre las comunidades de las dos colonias (Antorchistas y Fraccionamiento Homex).

La investigación mostró, como el indagar e interpretar las percepciones de la sociedad que colinda con los humedales, puede encaminar al diseño de estrategias educativas específicas de

acuerdo con las problemáticas identificadas y la necesidad de establecer relaciones con diferentes entidades gubernamentales e institucionales, hacia el mejoramiento y rehabilitación de los ecosistemas de humedal en la ciudad de Xalapa. Sirviendo esto, como base asertiva para futuros estudios. Tomando como base estos resultados y encaminarlos hacia el mejoramiento de los ecosistemas y su relación con la sociedad.

En este sentido, se implementaron actividades de educación ambiental no formal en dos parques públicos de la ciudad (los Lagos y Tecajetes), donde fue posible identificar que el conocimiento de la sociedad incrementó de manera positiva en el momento de la aplicabilidad de las charlas itinerantes, frente al conocimiento de humedales en general, los servicios ambientales que proveen y las acciones de mitigación de impacto.

Aunado a esto, se evidenció que la población general en Xalapa que fue partícipe de las charlas itinerantes, en fase de diagnóstico, no tenían un conocimiento previo de que son los humedales, sus servicios ambientales y acciones de mitigación de impacto, sin embargo, la aplicabilidad de una evaluación luego de la implementación de las charlas, si mejoró considerablemente el conocimiento de los participantes entre las preguntas.

Como recomendaciones, es importante reconocer que la academia debe salir de las aulas, por lo que se hace necesario que las instituciones educativas en sus estrategias de EA, vinculen su trabajo con las comunidades en defensa y cuidado de los humedales en las ciudades, estableciendo un modelo de educación que integre el proceso desde la niñez temprana y que sea un recorrido a lo largo de la vida del sujeto.

Además, se deben propiciar espacios de articulación con las mesas territoriales y la comunidad, para comprender y agrupar sus conocimientos y estrategias, con el fin de solucionar las problemáticas ambientales que enmarcan estos ecosistemas, permitiendo con esto, el debate interdisciplinar sobre la importancia de los humedales, encaminando la participación ciudadana hacia la construcción de las políticas públicas medioambientales y de educación ambiental en Xalapa.

Finalmente, se recomienda fortalecer los resultados de esta investigación, incluyendo la participación de las entidades gubernamentales encargadas del manejo y protección de estas áreas verdes en la ciudad junto con la comunidad. Ya que, el conocer y analizar la percepción no solo de la población que colinda con los humedales, si no, con los actores encargados de proteger estas zonas, es fundamental para identificar las diferentes alternativas para el correcto aprovechamiento

de los servicios ambientales, así como, para implementar estrategias que favorezcan su conservación, y el establecer políticas justas para su uso, considerando siempre el bienestar de las comunidades y encaminarlas hacia la sustentabilidad del territorio.

## Literatura citada

- Abarca, J y Herzig, M. (2002). Manual para el manejo y conservación de los humedales en México. Publicación especial. Tercera edición. Arizona Game & Fish, Dumac, Environment Canada, NAWCC, Pronatura, RAMSAR, SEMARNAT, SWS, U.S. Fish & Wildlife Service.
- Acevedo, M. M. (2019). Humedales urbanos, historia de ley pionera y ciudadana de protección ambiental, Valparaíso, Chile, Ediciones Universitarias de Valparaíso –EUV.
- Alatorre, J. R. (2008). Valoración contingente del hábitat de invierno de las aves playeras migratorias en la costa del pacífico en américa del norte, *gaceta de economía*, 14 (25), 91-103.
- Allan, D., & Castillo, M. (2007). *Stream Ecology: structure and function of runnig waters* (2 ed.). Springer Science & Business Media.
- Allub, L. (2001). Aversión al riesgo y adopción de innovaciones en pequeños productores rurales de zonas áridas: un enfoque causal. *Estudios Sociológicos*. 19(56): 467-493.
- Alvarado, G. Y. (2020). Diagnóstico ambiental del humedal la Morichera, sector Morichera popular y Villa Gaona área municipal de Vistahermosa - Meta. (Tesis de maestría). Universidad Santo, Villavicencio, Colombia.
- Andrade, G. (2003). Los humedales de Bogotá y la convención Ramsar: oportunidades para la gestión del patrimonio natural de la ciudad. Serie Documentos Técnicos no 1. Bogotá: Fundación Humedales.
- Articulación, L. C. (2007). Dirección General de Cultura y Educación. Recuperado el 23 de 6 de 2022, de Anales de la educación común, Buenos Aires La Provincia: [servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista](http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista).
- Barret, S, C, H., Eckert, C. G. & Husband, B. C. (1993). Evolutionary processes in aquatic plant populations. *Aquatic Botany*, 44, 105–145.
- Barton, G. G. & Sandercock, B. K. (2018). Long-term changes in the seasonal timing of landbird migration on the Pacific Fly-way. *The Condor*, 120: 30-46.
- Berlanga, H., Gómez-de Silva, H., Vargas-Canales, V., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L., Ortega-Álvarez R. et al. (2015). *Aves de México: lista actualizada de especies y nombres comunes*. México D.F.: Conabio.

- Bibby, C., Burgess. & Hill D. (1993). Bird Census Techniques. Academic Press.Harcourt Brace & Company, Publisher. London.
- Boavida, M. J. (1999). Wetlands: Most relevant structural and functional aspects. *Limnetical*, 7:57-63.
- Bojorges, C y López-Mata, L. (2005). Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México, *Acta Zoológica Mexicana* 21(1): 1 – 20.
- Both, C., Bouwhuis, S., Lessells C, M. & Visser, M, E. (2006). Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature*, 441: 81–83.
- Boveri, M. (2005). Ecología Acuática. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires. 65.
- Buenfil, J. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Vol. 2. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Buzo-Franco, D. y Hernández-Santín, L. (2004). Dinámica espacial y temporal de la comunidad de aves en los parques urbanos de Puebla y su entorno. (Tesis de Licenciatura), Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas. Puebla. 100.
- Cabrera-Molina, E., Hernández-Garciadiego, L., Gómez-Ruíz, H., Ma. y del Pilar Cañizares-Macías, M. P. (2003). Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar, *Revista de la sociedad química de México* 47:1 52-55.
- Camacho-Valdez, V., Saenz-Arroyo, A., Ghermandi, A., Navarrete-Gutiérrez, D.A., & Rodiles-Hernández, R. (2020). Spatial analysis, local people's perception and economic valuation of wetland ecosystem services in the Usumacinta floodplain, Southern Mexico. *PeerJ*, 8 (5699) 20.
- Camarena, B., Diana, L., Velarde, D. (2022) Educación ambiental a través del ecoturismo. Diversidad Biocultural y Humedales costeros del Canal del Infiernillo En Territorio Comcáac (Seri), Golfo de California, *StudyLi* (2) 1,15.
- Cánepa, A. & Aguirre, J. (SF). Instructivo para: Censo de Aves de Humedales. Unión de Ornitólogos de Chile.

- Carafa, T. (2009). Evaluación ecológica de los bofedales de la cuenca circundante al nevado illimani. La paz: Proyecto de agua sustentable.
- Carmona-Díaz, G., Morales-Mávil, J y Rodríguez-Luna, E. (2004). Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques* 10 (2):5-23.
- Carrera-Villacrés, D., Crisanto-Perrazo, T., Ortega-Escobar, H., Ramírez-García, J., Espinoza-Victoria, D., Ramírez-Ayala, C., Ruíz-Vera, V., Velázquez-Machuca, M., y Sánchez-Bernal, E. (2020). Salinidad cuantitativa y cualitativa del sistema hidrográfico Santa María-Río Verde, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 6 (2), 69-83.
- Carrero, A. y García, M. (2008). Impacto de un programa educativo ambiental aplicado para promover la participación ciudadana en la zona costera del estado de Miranda. *Revista de Investigación*. 64:103-133.
- Carvajal, G. (1994). Clima, suelo, boque y sus interrelaciones en la percepción de los Talamaqueños, Costa Rica, en Anuario de Estudios Centroamericanos. Universidad de Costa Rica. 20(1):43-64.
- Casas, J. J., Calvache, F., Delgado., D, García-Mayoral., J, Vivas., S, Bayo, M. M., López., D., y Ortega., M. (2003). Inventario abierto de los humedales de la región semiárida almeriense: consideraciones sobre su tipificación. *Biología Vegetal y Ecología*, Universidad de Almería, España.
- Castell, C. (2020). Nature and health: a necessary alliance, *Gaceta Sanitaria*, 34(2), 194-196.
- Castillo-Aguilar, M. A, Roa-Angulo, V. (2021). Birdwatching Tourism and Environmental Education as Strategies for the Conservation of Wetlands in the City of Bogotá, Colombia. *Indian Journal of Science and Technology*, 14(13): 1036-1043.
- CEPAHJ. (2009). Plan Estratégico para la Conservación de los Humedales de Jalisco 2009-2013, Comité Estatal para la Protección Ambiental de los Humedales de Jalisco, 15.28.
- Chaikumbung, M., Doucouliagos, H., & Scarborough, H. (2016). The economic value of wetlands in developing countries: A meta-regression analysis. *Ecological Economics*, 124, 164-174.
- Chamorro-Yela, M y Paz-Insuasti, J. P. (2013). Incidencia de la educación ambiental en la protección y conservación del humedal “meandro del Say”. (Tesis de licenciatura no publicada) Corporación Universitaria Minuto De Dios.

- Chávez, B.G. (2007). Percepción del ecosistema por la comunidad de San Crisanto en Yucatán de acuerdo con su actividad. *Cuicuilco*, 14(39): 99-114.
- Convención sobre humedales Ramsar. (1971). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. Ramsar: UNESCO.
- Convención sobre humedales Ramsar. (2012). Los beneficios de la restauración de humedales. Nota informativa no. 4.
- Convención sobre humedales Ramsar. (2019). Humedales: esenciales para un futuro urbano sostenible. Nota informativa 10.
- Cronk, J. K y Fenessy, M. S. (2001). *Wetlands Plants: Biology and Ecology*- CRC Press. United States of America. 462.
- Cronk, J. K. & Fenessy, M. S. (2001). *Wetland plants: biology and ecology*. Boca Raton: CRC Press.
- Cubero, J, B. (2015). Control de la migración postnupcial de rapaces y otras aves planeadoras. *Internatura*, 15: 1-8.
- DAMA. (2006). Política de humedales del Distrito Capital. Bogotá: dama.
- Das, A., & Basu, T. (2020). Assessment of peri-urban wetland ecological degradation through importance-performance analysis (IPA): A study on Chatra Wetland, *Ecological indicators*, 114, 1-16.
- De Groot, R. de, Brander, L., Ploeg, S. van der., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Beukering, P. van. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50-61.
- De la Lanza Espino, G. y García Calderón, J. L (2002). Lagos y Presas de México. AGT Editor, S.A. Primera Edición. México. 680.
- Delgado, L. (2009).\_Conceptual models for ecosystem management through the participation of local social actors: the río cruces wetland conflict. *Ecology and Society*. 14(1)50.
- Department of Environment and Conservation. (2012). A guide to managing and restoring wetlands in Western Australia. Department of Environment and Conservation. Perth, Australia. 44 pp.
- DGG (Dirección General de Geografía). (1998). Carta de uso cartográfico. Esc: 1:1 000 000. Gaceta Oficial del Estado. 1986. Decreto No. 356. 2 p.

- Dieleman, H. y Juárez-Nájera, M. (2008). ¿Cómo se puede diseñar educación ambiental para la sustentabilidad?, *Revista internacional de contaminación ambiental*. 24(4):131-147.
- Dorantes-Euan, A. y Feldman, R. (2017). La fenología de frutos de la duna costera de la Península de Yucatán. *Desde el herbario CICY*, 9: 37-47.
- EPA. Environmental Protection Agency. (2002). Methods for evaluating wetland condition #10 Using Vegetation To Assess Environmental Conditions in Wetlands. En: [http://www.epa.gov/sites/production/files/documents/wetlands\\_10vegetation\\_.pdf](http://www.epa.gov/sites/production/files/documents/wetlands_10vegetation_.pdf), última consulta: 31 de octubre de 2022.
- Estrada-Hernández, C. (2016). Las aves rapaces como indicadores de la biodiversidad en un ecosistema árido: La península de Baja California, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, s.c. Baja California, México.
- Finlayson, C. M. (1999). Coastal wetlands and climate change: the role of governance and science. *Aquatic Conservation*, 56:621-626.
- Flores, B., Rumiz, D., y Blate, M, G. (2005). Estructura de la vegetación y de la comunidad de aves en un bosque intervenido de la Chonta, Guarayos, Santa Cruz, *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental*, 18: 33-50.
- Flores-Verdugo, F., Moreno-Casasola, P., Agraz-Hernández, C. M., López-Rosas, H., Benítez-Pardo, D., Travieso-Bello, A. C. (2007). La topografía y el hidroperíodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80: 33-47.
- Frías, O. (1999). Estacionalidad de los atropellos de aves en el centro de España: número y edad de los individuos y riqueza y diversidad de especies. *Ardeola*, 46(1):23-30.
- Fuentealba, B. (2016). Caracterización ecológica y social de humedales altoandinos del Parque Nacional Huascarán. *Aporte Santiaguino*, 9, 303-316.
- Gómez, C. (2009). Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, que tiene como objetivo proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general, [en línea]. (consultado el 2 de agosto del 2022).
- Gómez-Ortega, R., (2013). Ecología del sistema Lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, basada en la aplicación e interpretación de algunos índices tróficos, parámetros fisicoquímicos y biológicos. El Colegio de la Frontera Sur. Tesis de Maestría, 108 p.

- González, G. (1993). Las aves de la ciudad de Xalapa 105-116. En: López-Moreno, I. R. 1993. Ecología urbana aplicada a la ciudad de Xalapa. Instituto de Ecología A. C., H. Ayuntamiento de Xalapa y Programa MAB-UNESCO. Xalapa, Veracruz, México. 258 p.
- Gonzalez, J., & Pazmiño, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(1), 62-67.
- González, O. E, y Málaga, A. (1997). Distribución de aves en el valle de Majes, Arequipa, Perú, *ornitología neotropical*, 8: 57-69.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., Herrera-Arrieta, L., López-Enríquez, I. L., Tena-Flores, J. A., Ramírez-Noya, D. (2011). La gestión ambiental en el siglo XXI perspectivas en botánica y ecología vegetal. *VidSupra*, 3, 12–16.
- González-Marín., Moreno-Casasola, P., Orellana, R. & Castillo A. (2012). Traditional wetland palm uses in construction and cooking in Veracruz, Gulf of Mexico. *Indian Journal of Traditional Knowledge*. 11(3): 408-413.
- González-Nochebuena, M., López-Rosas, H., Hernández, M, E., Moreno-Casasola, P. (2021). Diversidad, composición y estructura de la vegetación tres humedales urbanos en Xalapa, Veracruz, Reporte 4B, Xalapa, Veracruz, México.
- Gutiérrez, Y. (2013). El fenómeno de la canícula se prevé en la mayor parte del país. Disponible en: <http://www.miambiente.com.mx/?p=30519> (consultado el 28 de Julio del 2022)
- Hernández, M. E., & Marín, J. L. (2018). Greenhouse Gas Emissions and Treatment Performance in Constructed Wetlands with Ornamental Plants. *Artificial or Constructed Wetlands a sustentable technology water management*. CRS Press, Taylor & Francis group. Chapter 9. 169-175.
- Hernández, R. M y Torres, H. L. (2015). Análisis de dos áreas naturales protegidas en relación con el crecimiento del Área Metropolitana de Xalapa, Veracruz, *Investigaciones Geográficas*, Boletín, núm. 87, Instituto de Geografía, UNAM, México, 51-61.
- Hernández-Alarcón, M. E (2021). *Humedales de Xalapa: tesoro desconocido*, Portal comunicación Veracruzana, HUMEDALES DE XALAPA: TESORO DESCONOCIDO - Portal Comunicación Veracruzana (elportal.mx).
- Hueda, B., Panta, Benites, M., Rodríguez, F., Tejada, D., Bazan, C., Rojas, H., Rossell, M., Campos, A., Sarmiento, M. (2006). Educación ambiental en la conservación de humedales

- costeros: experiencia participativa en centros educativos, humedal de Puerto Viejo, Cañete., Perú, *Asociación para la Conservación MATTOJ*, 2006, 1-76.
- Juri, M y Chani, J. (2005). Variación estacional en la composición de las comunidades de aves en un gradiente urbano (Tucumán, Argentina). *Ecología Austral*, 19:175-184.
- Kattan, G. H. (2000). Fragmentación patrones y mecanismos de extinción de especies. Pp. 559-590. En: Guariguata, M, R y Kattan, G, H. (eds). *Ecología y Conservación de Bosques neotropicales*. Lur, San José, Costa Rica.
- Kiessling, E. A y Marchetti, C. M. (2019). La educación ambiental como herramienta para la conservación de la biodiversidad de la Reserva Hídrica, Natural y Recreativa Los Quebrachitos (Unquillo, Córdoba – Argentina), (Tesis de licenciatura no publicada) Universidad Blas Pascal.
- Krause, C., Tecklenburg, M. & Naden, E., (2013). Streambed nitrogen cycling beyond the hyporheic zone: Flow controls on horizontal patterns and depth distribution of nitrate and dissolved oxygen in the up welling groundwater of a lowland river Stefan, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 118, pp 54-67.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Malden, MA: Blackwell. Original work published in 1974.
- Levey, D. J. & Stiles, F. G. (1992). Evolutionary precursors of long-distance migration: resource availability and movement patterns in Neotropical land birds. *The American Naturalist*, 140, 447–476.
- Lindig-Cisneros, R., y L. Zambrano. (2007). Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos. *Aplicaciones prácticas*, 1-6.
- López, O. J. (2012). Proyecto de integración de Parque urbano en el perímetro de la laguna Vergara-Tarimoya en la ciudad de Veracruz. (Tesis para la obtención del título de Arquitectura). Facultad de Arquitectura. Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- López-Segoviano, G., Arenas-Navarro, M., Vega, E. & Arizmendi, M. C. (2018). Humming bird migration and flowering synchrony in the temperate forests of northwestern Mexico. *PeerJ*, 6.
- López-Segoviano, G., Díaz-Verduzco, L., Arenas-Navarro, M y del Coro Arizmendi, M. (2019). Diversidad estacional de aves en una región prioritaria para la conservación en el centro oeste de la Sierra Madre Occidental, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (90) 1-15.

- Lot, A. y Novelo, A. (2004). iconografía y estudio de plantas acuáticas de la ciudad de México y sus alrededores. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D.F, 206.
- Lot, H, A. y Novelo, A. (2004). Iconografía y estudio de plantas acuáticas de la ciudad de México y sus alrededores. México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lot, H, A., Novelo, A. & Ramírez-García, P. (1993). Diversity of Mexican aquatic vascular plant flora. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa (Eds.), *Biological diversity of Mexico, origins and distribution* (pp. 577–591). New York: Oxford University Press.
- Macharia, J. M., Thenya, T & Ndiritu, G. G. (2011). Management of highland wetlands in central kenya: the importance of community education, awareness and eco-tourism in biodiversity conservation, *Biodiversity*, 11: 271-286.
- Magurran, A. E. (1989). Diversidad Biológica y su medición. Ed. Vedral, 200.
- Manuel, P. (2003). Cultural perceptions of small urban wetlands: cases from the Halifax regional municipality, Nova Scotia, Canadá. *Wetlands*, 23(4): 921-940.
- Marín-Muñiz, J. L., Hernández, M.E., Rivera, E., y Moreno-Casasola, P. (2016). Percepciones sobre servicios ambientales y pérdida de humedales arbóreos en la comunidad de Monte Gordo, Veracruz, *Madera y Bosques*, 22(1), 53-69.
- Martin, B., Alsina, V., Asmus, J., Mazzei, M., Frassón, P., Cavalieri, O., Virginia, M., Sender, M. (2020). Humedales: importancia y herramientas para su protección, *Agromensajes*, 5-11.
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*. 14(1): 97-111.
- Matú-Álvarez, E. P., y Feldman, E. R. (2018). Cambios en la migración de las aves en la península de Yucatán en un contexto de cambio climático. *Desde el herbario CICY*, 10: 88–95.
- Mazariegos-Linares, R, Tovilla-Hernández, M, y De la Presa Pérez, J. C. (2004). Educación ambiental: una alternativa para la conservación del manglar, *Madera y Bosques* 10 (2), 105-114.
- Mc Cune, B & Grace, J. B. (2002). Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. USA.
- MEA. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington D.C.

- Méndez-Álvarez, J. C. (2016). Humedales urbanos: herramienta de educación ambiental en lagos de puente moreno, Medellín de bravo, Veracruz, México, ciudadanía y construcción social, Academia Nacional de Educación Ambiental. Veracruz, México.
- Miller-Rushing, A. J., Lloyd-Evans, T., Primack, R. B. y Satzinger, P. (2008). Bird migration times, climate change, and changing population sizes. *Global Change Biology*, 14: 1959–1972.
- Ministerio de Medio ambiente y Medio Rural y Marino. (2011). Análisis y prospectiva, percepción social del medio ambiente, Publicaciones SGAPC, Número 5, España.
- Mitsch, W. (ED.) (1994). Global Wetlands old world and new. Amsterdam, *Elsevier*, 967.
- Molina, E. C., Hernández-García, L., Gómez Ruíz, H., y Cañizares Macías, M. P. (2003). Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar, *Sociedad química de México*, 47(1), 1-8.
- Molina, M. P (2015). Evaluación de las condiciones ambientales del Humedal del Parque Estatal Molino de San Roque de Xalapa, Veracruz (tesis de especialidad en diagnóstico y gestión ambiental), Universidad Veracruzana, México, 106 p.
- Molleván-Mendoza, E. (2003). Los nutrientes, generalidades y su modelado. En: E., Molleván-Mendoza ed. (2003). Modelado de la cuña salina y del flujo de nutrientes en el tramo estuarino del río Ebro. Memoria de Tesis. Universidad de Barcelona, Departamento de Ecología, 5-45.
- Montiel, C. R., Vázquez-Torres, V., Martínez-Hernández, M., Murrieta-Pérez, L y Perea-Hernández, M. S. (2014). Árboles y arbustos registrados en el Parque Ecológico Molino de San Roque, Municipio de Xalapa, Veracruz, *Madera y bosques*, 20 (2), 143-152.
- Moreno, J. M. (DIR.). (2005). Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 549 p.
- Moreno-Bejarano, L. M. y Álvarez-León, R. (2003). Fauna asociada a los manglares y otros humedales en el Delta-Estuario del río Magdalena, Colombia. *Revista de la academia colombiana*. 27 (105), 517-534.
- Moreno-Casasola, P. (2009). La educación ambiental como un instrumento hacia la creación de un desarrollo costero sustentable. (35-70) En: Castillo, A. y González Gaudiano, E. (coord.) Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 268.

- Moreno-Casasola, P. (Ed.) (2006). Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz. México, 576.
- Moreno-Casasola, P. y Warner, B. Eds. (2010). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable núm. 1. RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wild life Service, US State Department. Xalapa, Ver. México. 406.
- Mostacedo, B., Fredericksen, T, S., Gould, K. & Toledo, M. (2001). Responses of community structure and composition to wildfire in dry and subhumid tropical forests in Bolivia. *Journal of Tropical Forest Science* 13 (3): 488-502.
- Muños-Araya, M., Almonacid-Kuschel, A., Leal, C., y Lizana-Rivera, G. (en prensa). Caracterización socioambiental de humedales urbanos: caso de estudio del humedal El Loto, Llanquihue, Chile.
- Navarro-Sigüenza, A. G., F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. T. Peterson, H. Berlanga-García y L.A. Sánchez-González. (2014). Biodiversidad de las aves de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S476-S495. DOI: 10.7550/rmb.41882.
- Newton, I. (2007). *The migration ecology of birds*. Oxford: Academic Press
- O’Neal, L. H. (1995). Using Wetlands to Teach Ecology & Environmental Awareness in General Biology, *The American Biology Teacher* 57 (3) 135-139.
- O’Reilly, K. M. & Wingfield, J. C. (1995). Spring and Autumn Migration in Arctic Shorebirds: Same Distance, Different Strategies 1. *American Zoologist*, 35: 222–233.
- Ocampo-Peñuela, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves: mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, 14: 188-200.
- Odum, E, P & Warren, W. G. (2006). Fundamentos de Ecología. Ed. Thomson. 5ta Edición. Pp. 598. OLROG, CC. 1963. Lista y distribución de la avifauna argentina. *Opera Lilloana*, 27:0-377.
- Osma, C. C. (2019). Educación ambiental sistémica: una propuesta pedagógica de sensibilización para el rescate de los humedales, (Trabajo de grado para obtener el título de maestría en educación), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Page, C. N. (2002). Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 119: 1-33.

- Pardo, M. (2003). Educación ambiental sobre el agua: planes estratégicos. En ponencias y comunicaciones presentadas en el congreso agua y educación ambiental: nuevas propuestas para la acción (31-41).
- Paz, J. P (2013). Incidencia de la educación ambiental en la protección y conservación del humedal “Meandro del Say”, (Tesis para optar al grado de especialidad), Corporación universitaria minuto de dios, Bogotá, Colombia.
- Peñuelas, J. & Filella, I. (2001). Responses to a Warming World. *Science*, 294: 793– 795.
- Quintana-Arias, R. F. (2015). La escuela occidental: mediadora de una estabilidad territorial al revalorizar el universo indígena. *Bío-Grafía*, 8 (14), 50-75.
- Rodríguez, C. E. L. (2011). Plan de manejo de los humedales existentes en la comunidad: Pichan-San Isidro-Chimborazo. (Tesis de Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador, 206.
- Rodríguez, J. (2021). *La fauna en los humedales*. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), Puerto Rico: Planificación de los Recursos Terrestres.
- Rodríguez, P., Marín-Muñiz, J., y Hernández, M. E. (2018). Arquitectura del paisaje y percepciones del humedal urbano Molinos de San Roque en Xalapa, Veracruz, México para generar estrategias de rehabilitación socioambientales. (Tesis de Maestría). El Colegio de Veracruz. Xalapa, Veracruz, México.
- Rodríguez, S, C., De Asmundis, C, L., Martínez, G, C. (2016). Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas, *Agrotécnica*, 24 : 30-34.
- Rodríguez-Matla, P. I. (2020). Arquitectura del paisaje y percepciones del humedal urbano Molino de San Roque en Xalapa, Veracruz, México para generar estrategias de rehabilitación socioambientales”, (Tesis para la obtención del título de maestro), facultad de desarrollo regional sustentable, EL Colegio de Veracruz, México.
- Rojas, O., Sáez, K., Martínez, C. & Jaque, E. (2014). Post-catastrophe social-environmental effects in vulnerable coastal areas affected by the tsunami of 02/27/2010 in Chile. *Interciencia* 2014, 39, 383–390.
- Roldán, G., y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (2 ed.). Medellín: Universidad de Antioquia.

- Ruiz, M. C., Vázquez, T. V., Martínez, H.M.T., Murrieta, P. L., y Perea, H, M, S. (2014). Árboles y arbustos registrados en el Parque Ecológico Molino de San Roque. Municipio de Xalapa, Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver. Madera y Bosques. 20 (2), 143-152.
- Saíno, N., Ambrosini R., Rubolini D., Von Hardenberg J., Provenzale A. Hüppop K., Hüppop O., Lehikoinen A., Lehikoinen E., Rainio K., Romano M. & Sokolov L. (2011). Climate warming ecological mismatch at arrival and population decline in migratory birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278: 835-842.
- Schmidt, K., Sachse, R., & Walzm, A. (2016). Current role of social benefits in ecosystem service assessments. *Landscape and Urban Planning*, 14, 49-64.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010). Manual 2. Políticas Nacionales de Humedales. 4 edición, Vol. 2. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de la convención Ramsar. (1996). Servicios de los ecosistemas de humedales, carpetas informativas Ramsar. En: [http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-pubs-info-ecosystem-services/main/ramsar/1-30-103%5E24258\\_4000\\_2\\_](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-pubs-info-ecosystem-services/main/ramsar/1-30-103%5E24258_4000_2_), última consulta: 1 de octubre 2022.
- Secretaría de Turismo de Veracruz. (2013). Veracruz, el corredor de aves migratorias más importante del mundo, Turismo en Veracruz, México, 1- 3.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2009). El Medio Ambiente en México. Calidad de aguas superficiales. Disponible en línea en:[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/resumen\\_2009/06\\_agua/cap6\\_5.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/resumen_2009/06_agua/cap6_5.html) (Consultado el 2 de agosto del 2022).
- Sharpley, A. & Withers, P. (1994). The environmentally sound management of agricultural phosphorus. Netherlands. *Fertilizer Research*. Vol. 39, 133-146.
- Sierra-Ramírez, C. A. (2011). Calidad del Agua-Evaluación y diagnóstico. Medellín: Universidad de Medellín.
- Tiner, R, W. (2012). *National wetlands inventory program. Defining hydrophytes for wetland identification and delineation*. Washington D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service.
- Torres, M., Quinteros, Z., y Takano, F. (2006). Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves limícolas en el refugio de vida silvestre pantanos de Villa, Lima – Perú, *Ecología Aplicada*, 5 (1,2).

- Torres-Lima, P., Conway-Gómez, K. & Buentello-Sánchez, R. (2018). Socio-Environmental Perception of an Urban Wetland and Sustainability Scenarios: a Case Study in México City. *Wetlands* 38, 169–181.
- Travieso-Bello, A. C., Moreno-Casasola P. y Campos A. (2005). Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación de humedales transformados a pastizales. *Interciencia* 30:12-18.
- Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos. (1970). Nota informativa para la conservación del componente biótico, en UICN, (Consultado el 28 de septiembre del 2022).
- Van del Valk, A. G. (2006). The biology of freshwater wetlands. Oxford University Press. Oxford, United Kingdom. 173.
- Vargas, L. M. (1994). Sobre el concepto de percepción. *Alteridades*. 4(8):47-53.
- Velásquez Muñoz, C. J. (2003). Participación ambiental mecanismos establecidos por los estados español y colombiano para la defensa del medio ambiente y los recursos naturales, *revista de derecho*, 20: 135-197.
- Velázquez, E. y Hoffmann. O. (1994). Introducción.: O. Hoffmann y E. Velázquez, coord. Las llanuras costeras de Veracruz. La lenta construcción de regiones. ORSTOM. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver, 13-37.
- Venegas, E. M y Escobar, M. M. (2011). Reconstrucción histórica del proceso de fragmentación de los humedales de Bogotá y su relación con la percepción social, para la generación de una propuesta de manejo, lineamientos y protección de los humedales. Bogotá, Colombia. (Tesis de Maestría). Facultad de Estudios ambientales y Rurales. Bogotá, Colombia.
- Vilá, M. (1997). Efectos de la diversidad de especies en el funcionamiento de los ecosistemas, *Orsis* 13, 105-117.
- Villabona, A., Tejada, C., y Alvarado, H. (2018). Valoración ambiental de los humedales urbanos de Cartagena de Indias-Colombia. *Teknos Revista Científica*, 18(1), 11-23.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mnedoza-Cifuentes, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*, Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt, Colombia. 2004.

- WFD CIS. Guidance Doc N° 12. (2003). Horizontal Guidance on the role of wetlands in the Water Framework Directive. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN n°. 92-894-6967-6. ISSN 1725-1087.
- Woltmann, S. (2000). Comunidades de aves del bosque en áreas alteradas y no alteradas de la concesión forestal La Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 92/2000, Bolfor. 40.
- Zamorano, M., Rojas, O., Sáez, K., Rojas, C., y Figueroa, R. (2016). Percepción social de los servicios ecosistémicos de un humedal costero en un contexto post-terremoto 2010. *Sustainability*, (9), 1-17.
- Zamudio-Álvarez, B. I., Martínez-Fregoso, L. K., Vásquez-Hernández, C., Torres-López, G.C., Suárez, D. N., López-Cabrera, C. L y Matías-Herrera, L. (2019). “Parque “illis” y circuito lineal inclusivo “las garzas” proyecto de intervención urbana con perspectiva de género”, Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana, Observatorio Urbano UV.

## Anexos

### Anexo 1. Instrumento de investigación de percepción social

**Entrevista semi estructurada – “Diagnóstico y gestión socioambiental de tres humedales urbanos para su conservación y obtención de servicios ambientales en el municipio de Xalapa, Veracruz, México.”**

**Biólogo. Diego Alejandro Junca Gómez**

---

Comprenderá tres secciones principales, (1) Antecedentes personales del jefe de hogar, (2)

Conocimiento general sobre humedales (3) Percepción de los servicios ecosistémicos.

#### SECCIÓN 1. ANTECEDENTES PERSONALES DEL JEFE DE HOGAR.

<b>Código entrevista/ Ciudad</b>		
<b>Día – Hora de realización de la entrevista</b>		
<b>Humedal realización de la entrevista</b>		
<b>Nombre del entrevistado</b>		
<b>Edad</b>		
<b>Sexo</b>		
<b>Antigüedad en el domicilio</b>		
<b>Pertenece a un grupo indígena ¿Cuál?</b>		
<b>Ocupación</b>		

#### SECCIÓN 1.2. NIVEL DE ESTUDIOS TERMINADOS.

<b>No tiene estudios</b>	
<b>Educación primaria</b>	
<b>Educación secundaria</b>	
<b>Educación media-superior (bachillerato)</b>	
<b>Educación superior (licenciatura o ingeniería)</b>	
<b>Educación superior (posgrado)</b>	

#### SECCIÓN 2. SECCIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LOS HUMEDALES

**¿Sabe que es un humedal (Ciénaga, Pantano, Manglar)?**

- SI
- NO

**¿Cómo lo conoce?**

---

---

**¿Han visto algún humedal?**

- SI
- NO

**¿Los conocen por otro nombre?**

- SI
- NO

**¿Cuál?**

---

**¿Sabe si en la ciudad de Xalapa hay humedales? - Nómbralos**

- SI
- NO

**¿Conoce estos sitios?**

---

- SI
- NO



**Imagen 1. Humedal urbano Campo de Tiro**



**Imagen 2. Humedal urbano Lomas Santa Fe**



**Imagen 3. Humedal urbano Parque Molinos de San Roque**

**¿Cómo lo conoce?**

---



---

**Maque con una (X) que animales ha visto aquí (PUEDE SER MAS DE UNA RESPUESTA)**

- Aves (garzas, tingüas, patos, gansos, pájaros)**
- Reptiles (Lagartijas, serpientes, lagartos)**
- Anfibios (Ranas, sapos)**
- Mamíferos (ardillas, murciélagos, conejos, comadrejas, musarañas, zarigüeyas)**
- Insectos**

**¿Le gustaría participar de actividades informativas y de educación ambiental acerca de humedales acá?**

- SI**
- NO**

**¿Sabe si este terreno está protegido por alguna entidad gubernamental?, ¿Cuál?**

- SI
  - NO
- 
- 

**¿Cree usted que es un terreno baldío u ocioso?, ¿Por qué?**

- SI
  - NO
- 
- 

### **SECCIÓN 3. PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES EN HUMEDALES URBANOS DE XALAPA – VERACRUZ – MÉXICO.**

**¿Conoce que es un servicio ecosistémico?**

- SI
- NO

**¿Qué tipos de servicios ecosistémicos conoce? – Nómbralos**

---

---

---

**¿Considera que los humedales presentan beneficios para la sociedad?, ¿por qué?**

- SI
  - NO
- 
- 
- 

### **SECCIÓN 3.1. PERCEPCIÓN ACTUAL EN TERMINOS DE VENTAJA O DESVENTAJA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL HUMEDAL.**

**¿Qué ventajas piensa que tiene un humedal en la ciudad de Xalapa, Veracruz?**

---

---

---

**¿Qué desventajas piensa que tiene un humedal en la ciudad de Xalapa, Veracruz?**

---



---

**SECCIÓN 3.2. ESCALA DE LIKERT, FRECUENCIAS DE LAS VISITAS A LOS HUMEDALES Y LAS ACTIVIDADES BASADAS EN EL SITIO.**

**Marque con una X**

<b>¿Usted pasa o ve todos los días el humedal?</b>	Sí	Regularmente	Ocasionalmente	Rara vez	No estoy seguro (a)	No/ nunca
<b>¿Usted visita el sitio directamente?</b>	Si	Regularmente	Ocasionalmente	Rara vez	No estoy seguro	No/nunca
<b>¿Usted realiza Actividades recreativas o laborales en el sitio?</b>	Si	Regularmente	Ocasionalmente	Rara vez	No estoy seguro	No /nunca
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

**Marque con una X**

**La educación ambiental ayudaría a conocer más sobre estos ecosistemas y en la toma de decisiones para aportar a su conservación y restauración**

- (5) Muy de acuerdo
- (4) De acuerdo
- (3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (1) Muy en desacuerdo
- (0) No me interesa

**Las entidades gubernamentales aportan de manera sustancial en el mejoramiento continuo del ecosistema de humedal y su población aledaña.**

- (5) Muy de acuerdo
- (4) De acuerdo
- (3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (1) Muy en desacuerdo

(0) No me interesa

**Los humedales urbanos son seguros y presentan servicios ambientales que pueden aportar de manera positiva a la comunidad.**

(5) Muy de acuerdo

(4) De acuerdo

(3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo

(2) En desacuerdo

(1) Muy en desacuerdo

(0) No me interesa

**Los humedales urbanos son espacios que se deben rellenar, reducen el valor de las propiedades y añaden vida salvaje a la ciudad.**

(5) Muy de acuerdo

(4) De acuerdo

(3) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo

(2) En desacuerdo

(1) Muy en desacuerdo

(0) No me interesa

**¿Cómo le gustaría que estuvieran los humedales en la ciudad?**

- Conservado
- Deteriorado
- Construido
- Parque recreativo
- Espacio para educación y desarrollo económico

**¿Qué te gustaría hacer para mejorar estos ecosistemas?**

- Jornadas de limpieza
- Respetar a los animales presentes
- Reportar cualquier descarga de desechos tóxicos y aguas negras
- Evitar la cacería
- No plantar especies exóticas o de carácter invasor
- Sensibilizar a los habitantes sobre el cuidado y conservación del ecosistema
- Participar en actividades de educación ambiental
- Establecer procesos de reforestación

○

**SECCIÓN 3.3 DESCRIPCIÓN SECTOR ACADEMICO Y ENTIDADES GUBERNAMENTALES.**

**¿Qué políticas públicas están aplicadas en estos ecosistemas en la ciudad de Xalapa, Veracruz?**

---

---

---

**¿Actualmente existen planes de manejo para estos ecosistemas?**

---

---

**¿Cuáles son las limitantes para la implementación de planes de conservación y manejo para estos ecosistemas en Xalapa, Veracruz?**

---

---

**¿Existen propuestas de conservación para los humedales urbanos en Xalapa, Veracruz?,  
¿Cuáles?**

---

---

---

**Anexo 2.** Instrumento de investigación de gestión social humedales urbanos en Xalapa – Veracruz  
(Diagnóstico – Evaluación).

TEST DIAGNÓSTICO – EVALUACIÓN HUMEDALES URBANOS (LOS LAGOS -  
TECAJETES)

# DE PARTICIPANTE \_\_\_\_\_

Marque con una X

Sexo:

Masculino ( )

Femenino ( )

Nivel de estudios

Primaria ( )

Secundaria ( )

Licenciatura ( )

Posgrado ( )

No tiene estudios ( )

Responder las siguientes preguntas

1. Describa un humedal (ciénaga, pantano, laguna) si no sabe, responder no se.

\_\_\_\_\_

2. ¿Sabe si en Xalapa existe humedales? ¿Cuáles?, si no sabe, responder no se.

\_\_\_\_\_

3. Describa que es un servicio ambiental, si no sabe, responder no se.

\_\_\_\_\_

4. Describa como ayudar a conservar los ecosistemas de humedal urbano.

\_\_\_\_\_

Anexo 3. Infografías de apoyo para las charlas de educación ambiental (Parque los lagos Y Tecajetes).

Conocer Para Conservar  
**Humedales**  
Acciones simples de gran impacto

**Cuida los Humedales**

*¿Qué es un humedal?*  
Es una superficie del suelo que se inunda de agua de forma estacional o permanente y que posee vegetación adaptada a vivir bajo inundación.

**Nombres comunes:**  
Pantanos, Ciénagas, Carrizales, entre otro.

**Componentes de un Humedal**

**¿Por qué conservar los humedales?**

Son zonas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad

Medios más productivos del mundo

Preservan diversos servicios ambientales que benefician a la sociedad

**Servicios ambientales de los humedales**

**Brindan servicios de suministro**  
Productos obtenidos del ecosistema:  
Agua potable y alimento.

**Brindan servicios culturales**  
Beneficios no materiales.  
(recreación y turismo, educación, estético)

**Brindan servicios de soporte**  
Necesarios para la producción de todos los otros servicios.  
Formación de suelo, ciclo de nutrientes, producción primaria)

**Brindan servicios de regulación**  
Brindan regulación del clima, control de plagas y enfermedades, purifican el agua.

**Humedales Urbanos en Xalapa**  
Acciones simples de gran impacto

**Humedales Urbanos**  
Los humedales urbanos son aquellos que se encuentran situados en zonas urbanas o periurbanas.

*¿Sabías qué en Xalapa hay humedales?*

Humedal Los Pobos

Humedal del santuario INECOL

Humedal Campo de Tiro (IMABER)

Humedal Santa Fe (El Trancil)

Humedal Molinos de San Roque

**Ayuda a conservar este valioso ecosistema**

**Evita:**

- Tirar basura o escombros en ellos
- Tirar basura en las calles, porque esa basura es arrastrada por el agua a los humedales
- Descargar drenajes en calles ni humedales
  - Rellenar humedales
- Matar animales que viven en el humedal
  - Pastorear cerca de humedales
- Construir casas en los humedales