

CALIDAD DE AGUA COMO INDICADOR PARA LA CONSERVACIÓN Y GESTIÓN SOSTENIBLE DEL HUMEDAL “LA SAUCEDA” HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

WATER QUALITY AS AN INDICATOR FOR THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF LA SAUCEDA WETLAND, HERMOSILLO, SONORA, MEXICO

Maribel Pallanez-Murrieta¹
Sergio David Leal-Soto²
Hammed Estuardo-Moreno³
Juan Pedro Ortiz-Sánchez⁴
Nancy Esmeralda Sánchez-Duarte^{*5}

Cómo citar: Pallanez-Murrieta, M., Leal-Soto, S. D., Estuardo-Moreno, H., Ortiz-Sánchez, J. P., & Sánchez-Duarte, N. E. (2026). Calidad de agua como indicador para la conservación y gestión sostenible del humedal La Saucedá; Hermosillo, Sonora, México. *Conocimiento Global*, 11(1), 95-110. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v11i1.664>

Resumen

El humedal La Saucedá es un ecosistema que cumple con funciones ecológicas, sociales y culturales debido a las características y servicios que brinda a las diferentes especies y usuarios del mismo. Sin embargo, al encontrarse dentro del ecosistema urbano lo expone a múltiples presiones ambientales asociadas al crecimiento de la ciudad, el uso recreativo y la modificación del entorno por actividades antropogénicas que pueden comprometer su integridad ecológica. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad del agua como indicador para la conservación y gestión sostenible del humedal “La Saucedá” mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la normatividad ambiental mexicana. El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque metodológico cuantitativo, descriptivo, de corte transversal, mediante la determinación de sólidos disueltos totales, dureza, sulfatos, cloruros, coliformes fecales y *Escherichia coli*. Los resultados muestran que los parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles lo que indica condiciones favorables de calidad del agua y una funcionalidad ecológica aún conservada en el sistema. Sin embargo, factores como el crecimiento urbano, el uso recreativo y otras presiones antropogénicas representan riesgos potenciales para la estabilidad del humedal. Se concluye que la calidad del agua es una herramienta útil para el monitoreo y la toma de decisiones orientadas a la conservación y que existe una necesidad de implementar programas de vigilancia ambiental, asimismo, los resultados obtenidos proporcionan una línea base para el diseño de programas de gestión sostenible.

Recepción: 15 de mayo de 2026 / Evaluación: 05 de junio de 2026 / Aprobado: 28 de junio de 2025

¹ PhD. Ciencias Sociales. Profesora Investigadora de Tiempo Completo. Adscripción: Universidad Estatal de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1888-6319>. Email: maribel.pallanez@ues.mx

² Maestro en Ciencias. Profesor por asignatura Nivel C. Adscripción: Universidad de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0889-0933>. Email: sergio.leal@unison.mx

³ PhD. Ciencias de la Ingeniería. Ingeniería Química. Profesor por asignatura. Adscripción: Universidad Estatal de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5692-9914>. Email: hammed.estuardo@ues.mx

⁴ PhD. Ciencias. Profesor Investigador de Tiempo Completo. Adscripción: Universidad Estatal de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4434-8887>. Email: juan.ortiz@ues.mx

^{*5} PhD. Desarrollo Regional. Profesora Investigadora de Tiempo Completo. Adscripción: Universidad Estatal de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6932-2396>. Email: nancy.sanchez@ues.mx (autor por correspondencia*)



Palabras clave: Humedal, calidad del agua, conservación, gestión sostenible, sostenibilidad ambiental.

Abstract

La Saucedá wetland is an ecosystem that fulfills ecological, social, and cultural functions due to the characteristics and services it provides to different species and its users. However, being located within the urban ecosystem exposes it to multiple environmental pressures associated with city growth, recreational use, and the modification of the surroundings by anthropogenic activities that may compromise its ecological integrity. The objective of this research was to evaluate water quality as an indicator for the conservation and sustainable management of the “La Saucedá” wetland through the analysis of physicochemical and microbiological parameters established by Mexican environmental regulations. This study was developed under a quantitative, descriptive, cross-sectional methodological approach, by determining total dissolved solids, hardness, sulfates, chlorides, fecal coliforms, and *Escherichia coli*. The results show that the parameters are within the maximum permissible limits, indicating favorable water quality conditions and an ecological functionality that is still preserved in the system. However, factors such as urban growth, recreational use, and other anthropogenic pressures represent potential risks to the stability of the wetland. It is concluded that water quality is a useful tool for monitoring and decision-making aimed at conservation, and that there is a need to implement environmental surveillance programs. Likewise, the results obtained provide a baseline for the design of sustainable management programs.

Keywords: Wetland, water quality, conservation, sustainable management, environmental sustainability.

Introducción

Los humedales son ecosistemas que funcionan como riñones naturales del planeta y contribuyen en la regulación del ciclo hidrológico, la recarga de acuíferos y, por lo tanto, con la mitigación del cambio climático (Alikhani et al., 2021). A pesar de su importancia para los servicios ecosistémicos, estos cuerpos de agua se ven amenazados a nivel mundial a causa de la urbanización, el cambio de uso de suelo y por la contaminación (Davidson, 2018). En zonas áridas y semiáridas es aún más importante la presencia de humedales urbanos, ya que actúan como un oasis de biodiversidad y reguladores térmicos; sin embargo, estos se ven afectados por vertidos de aguas residuales, escorrentías pluviales, residuos, entre otros factores que afectan sus características físicoquímicas y microbiológicas (Alikhani et al., 2021).

En el noroeste de México, se ubica el humedal La Saucedá, una superficie cubierta de agua dulce de baja profundidad que no excede los seis metros; se ha formado por las lluvias y por las infiltraciones del agua procedente de la presa Abelardo L. Rodríguez. Este humedal es de régimen natural, permanente o temporal, que depende de las precipitaciones, escurrimientos e infiltraciones, que se encuentra inmerso en la mancha urbana de Hermosillo y formó parte de lo que fuera el Parque Recreativo La Saucedá, el cual está compuesto por 40 hectáreas aproximadamente (Estrella-Jiménez, 2018 y Celaya-Alegría, 2021).

La laguna La Saucedá es un ecosistema que cumple con funciones ecológicas, sociales y culturales, debido a las condiciones, características y servicios que presenta su cuerpo de agua y su entorno, dando como resultado la interacción de un conjunto de diferentes especies. Entre las

principales funciones se encuentran la regulación del ciclo hídrico superficial y de acuíferos, retención de sedimentos, control de erosión, estabilización microclimática, transporte acuático, soporte de cadenas tróficas, hábitats para vida silvestre (área de reproducción, anidación, desarrollo y descanso) y recreación activa. Intervienen también en funciones químicas como las de regulación de ciclos de nutrientes (retención, filtración y liberación) y descomposición de biomasa terrestre, así como en la retención de CO₂ (Celaya-Alegría, 2021; Biosíntesis, 1998; Bravo y Windevoxhel, 1997). Por todo lo anterior, el humedal La Saucedá es un hábitat ideal para el desarrollo de la vida acuática y terrestre.

Actualmente, La Saucedá se enfrenta a una fuerte presión debido a su uso recreativo, extracción significativa de agua del subsuelo, deforestación, incendios forestales, vandalismos, especies exóticas y dificultades para que mantenga su nivel de agua, lo que indudablemente altera su estado ambiental; por lo tanto, surge la necesidad inmediata de realizar acciones encaminadas hacia la conservación y buen manejo del sitio. Por lo anterior, es importante determinar el conocimiento de su condición ambiental actual, en relación con su calidad de agua; lo que permitirá diagnosticar la salud del humedal y aportará información para su protección. Para lograr la conservación de los recursos naturales del humedal La Saucedá, es necesario conocer las características ecológicas, biológicas, bacteriológicas, batimétricas, xenobióticas y fisicoquímicas, así como también la flora y fauna que coadyuva o forma parte del cuerpo de agua y así contribuir a un mejor manejo y conservación de los recursos (Roldán-Pérez y Ramírez-Restrepo, 2008 y Celaya-Alegría, 2021).

En años recientes, en el humedal La Saucedá, se han realizado diversas actividades, la mayoría de ellas relacionadas con el cuidado, conservación y conocimiento del humedal; sin embargo, existe limitada información, ya que no hay estudios sólidos que apoyen en la toma de decisiones para el manejo y conservación del humedal. Es por ello que se debe realizar estudios de línea base en el humedal La Saucedá para generar conocimiento y con ello contribuir a su manejo y conservación.

Durante los años 2017 y 2018 se conformó el “Comité Interinstitucional para el Manejo y Conservación del Humedal de la Laguna La Saucedá”, el cual actualmente continúa trabajando. Diversas instituciones de educación e investigación, grupos ambientalistas, dependencias municipales y estatales, así como clubes de pesca y ciudadanos, han colaborado con este Comité para llevar a cabo diversas actividades que han estado encaminadas básicamente a la conservación, educación ambiental, docencia, festejos conmemorativos e investigación. Así, la sociedad en conjunto ha colaborado para preservar este pequeño oasis localizado al centro oeste de la ciudad de Hermosillo (Celaya-Alegría, 2021).

Por su parte, Estrella-Jiménez, 2018, realizó el primer estudio en humedal La Saucedá titulado “Soporte técnico para justificación ambiental del área del humedal Laguna La Saucedá en Hermosillo, Sonora”, en este proyecto se realizó un inventario de flora y fauna que comprendió de enero a junio del 2018, donde se registraron 17 especies de plantas, 15 especies de aves, 6 mamíferos y 3 especies de peces. Con el fin de conocer los atributos biológicos del área para integrar la información y dar soporte a un documento técnico para la solicitud de declaratoria como zona de protección ambiental de jurisdicción municipal.

Otro trabajo generado fue la lista preliminar de plantas de la Laguna La Saucedá, Hermosillo, Sonora, México (Sánchez-Escalante, 2018), donde se encontraron 31 especies de plantas la mayoría perenes. En el reporte se mencionan siete especies reconocidas plenamente como no nativas, dos de ellas (zacates) con comportamiento altamente invasor, dos especies acuáticas (*Cyperus* sp. y *Polygonum* sp.) pudieran sumarse a especies no nativas. Se propone que en el plan

de manejo se establezca un control para las especies invasoras incluyendo una nativa (*Funastrum clausum*) ya que crece en forma masiva sobre otras plantas. Se sugiere destinar espacios en la orilla para el establecimiento de especies riberñas como Sauces y Álamos.

Por otro lado, la calidad del agua se refiere al conjunto de variables fisicoquímicas y biológicas que caracteriza a un cuerpo de agua para un uso específico. El grado de alteración o contaminación de la misma se define como el cambio o modificación fisicoquímica y biológica del recurso hídrico inducido por actividades socioeconómicas y naturales. Por ello, estudiar los ecosistemas acuáticos de agua dulce es de vital importancia, pues estos constituyen una de las principales fuentes de agua, recurso natural vital para el desarrollo y mantenimiento de todas las formas de vida. Una de las metodologías usadas en la evaluación de la calidad de agua tradicionalmente se basa en los análisis fisicoquímicos y biológicos, pues estos inciden en la productividad, flujo de energía dentro del ecosistema y ciclos de vida de los organismos, entre otros (Roldán-Pérez y Ramírez-Restrepo, 2008).

Aunque existen antecedentes relacionados con la caracterización biológica del humedal La Saucedá, la información disponible sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua continúa siendo limitada. Esta situación dificulta la evaluación de su estado ambiental y la generación de criterios técnicos para su conservación. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad del agua como indicador para la conservación y gestión sostenible del humedal “La Saucedá” mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la normatividad ambiental mexicana.

Se eligió estudiar la Laguna La Saucedá porque es un humedal emblemático de la ciudad de Hermosillo, Sonora, con funciones y atributos ecológicos, así como culturales bien definidos, con la idea de que es necesario generar información acerca de su condición ambiental para que sea utilizada en las mencionadas acciones. Además, el humedal presenta una importancia ecológica, turística, recreacional, particularmente para los habitantes de la zona, por lo que es fundamental conocer la situación actual del cuerpo de agua, mediante datos que permitan determinar las condiciones físicas y químicas de la laguna y que además faciliten la conservación y manejo del ecosistema.

Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque metodológico cuantitativo, descriptivo, de corte transversal, tuvo como propósito caracterizar la calidad del agua del humedal mediante la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (sólidos disueltos totales, dureza, sulfatos, cloruros, coliformes fecales y *Escherichia coli*). Este diseño permitió generar una línea base ambiental para evaluar el estado actual del ecosistema y apoyar a la toma de decisiones orientadas a la conservación.

Descripción del sitio de estudio

El Humedal La Saucedá se encuentra ubicado en la parte este del casco urbano del municipio de Hermosillo, Sonora, en las coordenadas geográficas 29°04'14.33'' latitud norte; 110°55'35.19'' longitud oeste, orientado de este a oeste, con una longitud de 250 metros de largo y 45 metros promedio de ancho, con una profundidad variable desde 1 metro hasta los 5 m aproximadamente. La altitud es de 200 metros sobre el nivel del mar y se localiza a una distancia de alrededor de 95 km de la costa del golfo de California.

El sistema de microcuencas al cual pertenece el Humedal La Saucedá se localiza inicialmente en la Cuenca del Río Sonora, dentro de la zona central de su sistema influenciado por lluvias de verano registradas característicamente en el periodo de verano (entre julio y septiembre), identificándose captaciones a los principales cuerpos de agua y contribuyendo a los ciclos de vegetación de las zonas áridas y semiáridas de la región. La superficie de la cuenca del Río Sonora presenta una extensión de 26,694.65 km², siendo la segunda cuenca en el estado de Sonora con mayor ocupación después de la cuenca del Río Yaqui (Figura 1).

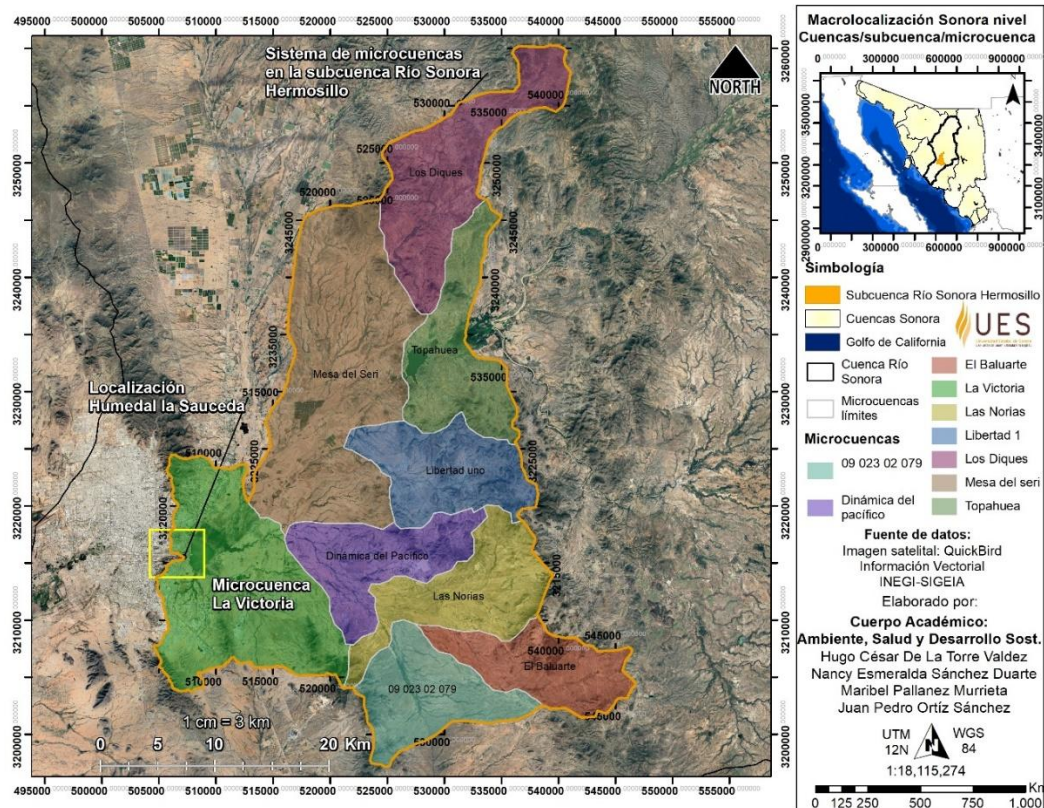


Figura 1. Sistema de microcuencas del Humedal la Saucedá Fuente: Elaboración propia con base de datos de INEGI-SIGEIA y cartografía satelital

Caracterización de la Microcuenca la Victoria

Los principales tipos de vegetación y uso de suelo registrados en la microcuenca La Victoria corresponden a ambientes de mezquital xerófilo con 8,798.19 hectáreas, principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son del tipo arbustivo asociados con matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo con un porcentaje de ocupación de 40.8% dentro del núcleo del sistema de microcuencas. En segundo lugar, se encuentran ambientes de cuerpo de agua, principalmente por la acumulación de agua que se forma por la obstrucción del flujo natural sobre el cauce del Río Sonora y la presa Abelardo Rodríguez; estos ambientes corresponden a 3,091 ha y que proporcionalmente ocupan 13.51% de la superficie de la microcuenca (Figura 2).

Los asentamientos humanos se registran como el tercer elemento de mayor ocupación dentro de la microcuenca en un área geográfica de 2,913 ha, en gran parte por el alcance que tiene la mancha urbana de la ciudad de Hermosillo en las zonas del sur y oriente, hasta alcanzar

comunidades periurbanas como el ejido La Victoria, ocupando el 13.5% del área de la microcuenca. Mientras que en cuarto lugar las zonas de agricultura de riego anual y semipermanente que presentan un alcance de 2,264 ha y un porcentaje de ocupación de 10.50%.

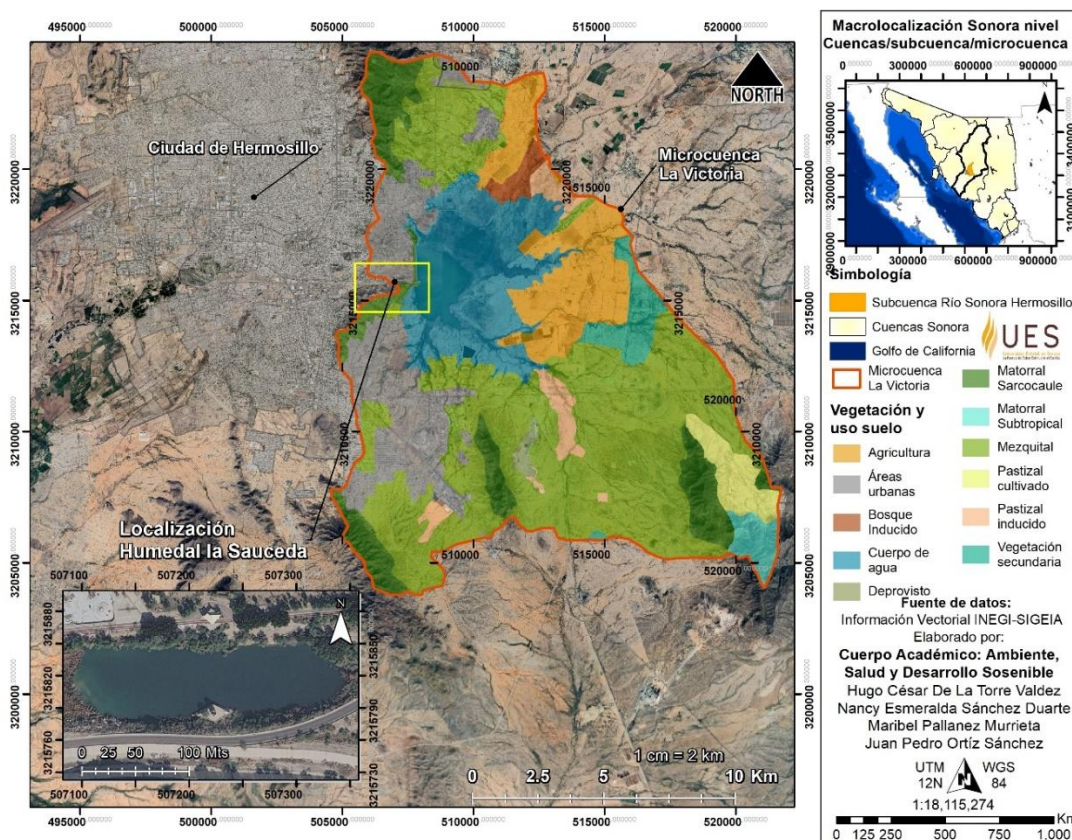


Figura 2. Uso de suelo y vegetación de la Microcuenca la Victoria. Fuente: Elaboración propia con base de datos de INEGI-SIGEIA

En cuanto al clima, en el centro de población de Hermosillo es un clima desértico muy seco, con una condición de temperatura de tipo cálido, con un régimen de lluvia de verano y escasa todo el año, el porcentaje de lluvia es mayor a los 10.2 mm para verano y menor de 36 mm en el invierno. Presenta una temperatura media anual mayor a los 22 °C y la temperatura del mes más frío menor a los 18 °C (INEGI, 2000). Las precipitaciones pluviales más elevadas se presentan en verano durante los meses de julio, agosto y septiembre, coincidiendo con la temporada de huracanes y registrándose una humedad relativa promedio del 53%. En los meses de marzo a junio y en octubre, la presencia de lluvias es mínima, con una humedad relativa del 30%. La precipitación media anual es de 348.6 mm (Instituto Municipal de Planeación de Hermosillo, 2010).

Es importante señalar que el humedal se mantiene de manera natural a partir de la precipitación, la escorrentía superficial y las infiltraciones provenientes de la presa Abelardo Luján Rodríguez (principal presa de Hermosillo, Sonora). No obstante, el estrés hídrico estructural que ha caracterizado a la región por más de dos décadas ha derivado en una disminución significativa de los niveles de agua. Ante la presión social por conservar el funcionamiento del humedal, el Gobierno del Estado de Sonora ha implementado su abastecimiento mediante aportes provenientes de la Potabilizadora No. 3 y de la planta tratadora de aguas residuales “La Saucedá”, ambas ubicadas en sus inmediaciones.

Muestreo en el Humedal La Saucedá

El muestreo se llevó a cabo el 30 de septiembre de 2025. Para asegurar la representatividad, se seleccionaron cinco sitios de muestreo (véase figura 3), en cada uno de los cuales se recolectaron muestras por duplicado. La colecta, preservación y almacenamiento de las muestras se realizó conforme a la norma NMX-AA-034-SCFI-2015 para el análisis de agua, medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y tratadas, siguiendo el método de prueba establecido.

Es importante mencionar que la selección de procedimientos para muestreo, preservación y análisis de datos se realizó con base en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, con el propósito de garantizar la trazabilidad, reproducibilidad y validez técnica de los resultados obtenidos, ya que la aplicación de estos instrumentos normativos asegura que los procedimientos aplicados cumplan con los criterios reconocidos nacionalmente para la evaluación de cuerpos de agua.



Figura 3. Imagen ilustrativa de los puntos de muestreo dentro de la Laguna La Saucedá. Fuente: Elaboración propia.

Tipos de muestra

Las muestras recolectadas fueron de tipo simple y se obtuvieron directamente a un tercio de la profundidad en los puntos de muestreo seleccionados. Este procedimiento permitió garantizar la representatividad espacial y temporal de la composición física, química y microbiológica del cuerpo de agua.

Envases para el muestreo

De acuerdo con la norma NMX-AA-121-SCFI-2005, los envases deberán ser tratados adecuadamente, garantizando que estén libres de cualquier contaminante o bien se encuentren exentos de cualquier sustancia o microorganismo que se pretenda determinar.

Toma de muestra

Las tomas de muestras se realizaron de acuerdo con lo estipulado en la Norma NMX-113-SSA1-1994, enfatizando los criterios propuestos para la limpieza del material, la toma de muestra, el transporte y el tratamiento previo a su determinación en el laboratorio.

Todas las muestras se tomaron por duplicado, a fin de incrementar la confiabilidad analítica y verificar la consistencia de los resultados atendidos, estas muestras se destinaron una para el análisis fisicoquímico y la otra para el análisis microbiológico. Las muestras se trasladaron al laboratorio de la Universidad Estatal de Sonora del programa académico de Licenciatura en Ecología.

Preservación de la muestra y análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio

Para el almacenamiento y preservación de las muestras en el laboratorio, se tomó en cuenta lo estipulado en los criterios del manual “Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual de la American Public Health Association (APHA-AWWA-WPCF,1995)”.

Considerando que la Laguna La Saucedá sostiene su agua a través de las descargas de aguas de la planta potabilizadora No. 3 y de la Planta de Aguas Residuales La Saucedá (ambas cercanas a La Laguna), los análisis de los parámetros microbiológicos que se implementaron, fueron con base en las normas American Public Health Association (APHA-AWWA-WPCF, 1995), así como la NOM-001-SEMARNAT-2021 que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Es importante mencionar que los parámetros seleccionados representan indicadores ampliamente utilizados para evaluar la calidad de agua en ecosistemas acuáticos. Los sólidos disueltos totales, dureza, sulfatos y cloruros permiten identificar modificaciones fisicoquímicas asociadas a procesos naturales y actividades antropogénicas, mientras que los coliformes fecales y, específicamente *Escherichia coli*, han sido tradicionalmente utilizados como el principal indicador de contaminación fecal en agua de uso público y recreativo. La técnica que se utilizó para su determinación es la de fermentación en tubos múltiples con muestras por duplicado, se observó la ausencia o presencia de las bacterias por medio de la generación de gas y se utilizó como referencia el índice de número más probable (NMP/100 ml) estipulado en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Tabla 1. Parámetros evaluados y la normatividad aplicable

Parámetros	Normas
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	NMX-AA-034-SCFI-2015
Dureza	NMX-AA-072-SCFI-2001
Sulfatos	NMX-AA-074-SCFI-2014
Cloruros	NMX-AA-073-SCFI-2001
Coliformes fecales	NOM-001-SEMARNAT-2021 (SEMARNAT, 2022)
<i>Escherichia coli</i>	NOM-001-SEMARNAT-2021

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos fueron organizados en hojas de cálculo y analizados mediante estadística descriptiva. Se calculó el promedio estadístico de las variables analizadas, posteriormente se compararon con la normatividad ambiental aplicable. Asimismo, se utilizó la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. La comparación de los resultados obtenidos con los límites establecidos en la normatividad ambiental mexicana permitió identificar el nivel de cumplimiento de los criterios de calidad ambiental reconocidos oficialmente, asimismo, permitió evaluar la condición actual del humedal desde una perspectiva de conservación y gestión sostenible.

Resultados

Hasta el año 2023, la Laguna La Saucedá enfrentaba una marcada presión ambiental derivada de múltiples factores: uso intensivo con fines recreativos, extracción significativa de agua

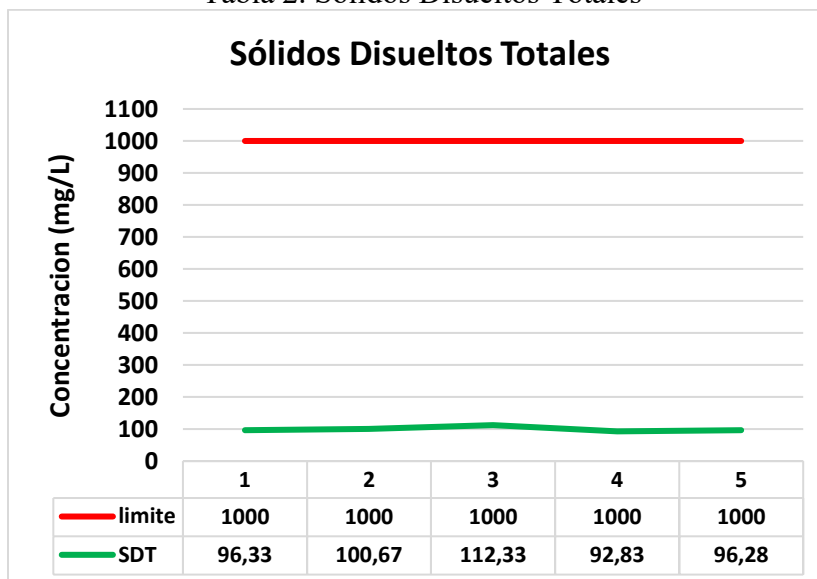
subterránea, procesos de deforestación, dificultades para mantener su nivel hídrico, incendios forestales y contaminación por desechos sólidos, además de actos de vandalismo. Ante esta situación, la comunidad hermosillense ejerció presión social en defensa del sitio. En este contexto, la organización Hermosillo ¿Cómo Vamos? impulsó, desde inicios de 2020, ejercicios que integraron la participación de especialistas, comunidades académicas y representantes de organizaciones de la sociedad civil, con el objetivo de generar propuestas ciudadanas orientadas a la rehabilitación ordenada y sostenible del humedal.

Si bien el proceso de construcción de consensos sociales continúa, se logró un avance significativo con la declaratoria del sitio como Área Natural Protegida (ANP), bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica del Sistema de Presas Abelardo L. Rodríguez Luján – El Molinito – La Sauceda y áreas aledañas, publicada en septiembre de 2023.

Con el propósito de establecer una línea base de información científica sobre este humedal, a continuación, se presentan los resultados de los análisis físicoquímicos y microbiológicos realizados:

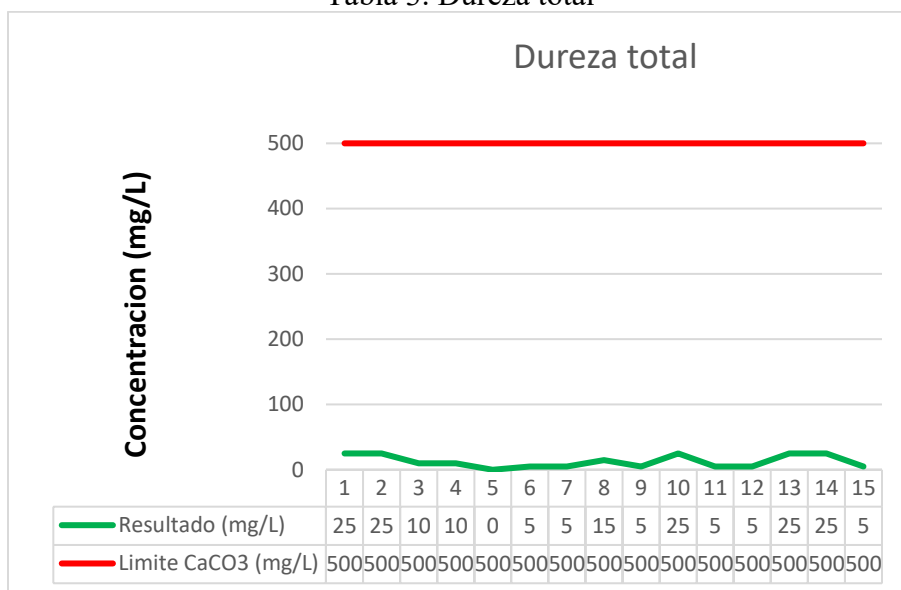
Sólidos Disueltos Totales (SDT). En cuanto a los Sólidos Disueltos Totales, expresados en mg/L, el análisis general de los resultados indica que las concentraciones se mantienen favorables de acuerdo con la normativa ambiental mexicana vigente. Como se detalla en la tabla 2 los valores registrados se sitúan dentro de los límites máximos permisibles.

Tabla 2. Sólidos Disueltos Totales



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos contrastados con la NMX-AA-034-SCFI-2015 Dureza Total. Los niveles de dureza se expresan en mg/L. El estudio determinó que, atendiendo lo especificado por la NMX-AA-072-SCFI-2001; los valores en el humedal se mantienen dentro de los márgenes establecidos, tal como se ilustra en la tabla 3.

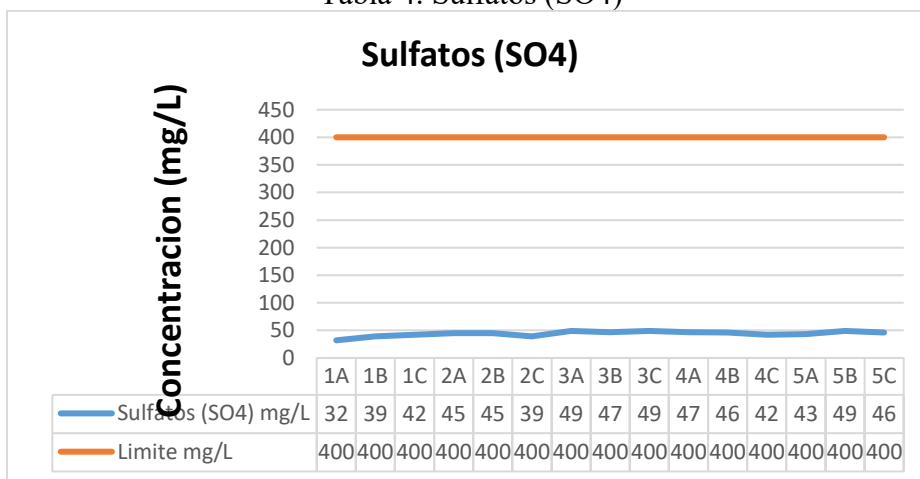
Tabla 3. Dureza total



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos contrastado con los parámetros de referencia de la NMX-AA-072-SCFI-2001.

Sulfatos. Con respecto al análisis de sulfatos y a las concentraciones expresadas en mg/L, los resultados presentados en la tabla 4, demuestran que los valores registrados también se sitúan por debajo de los límites máximos permisibles.

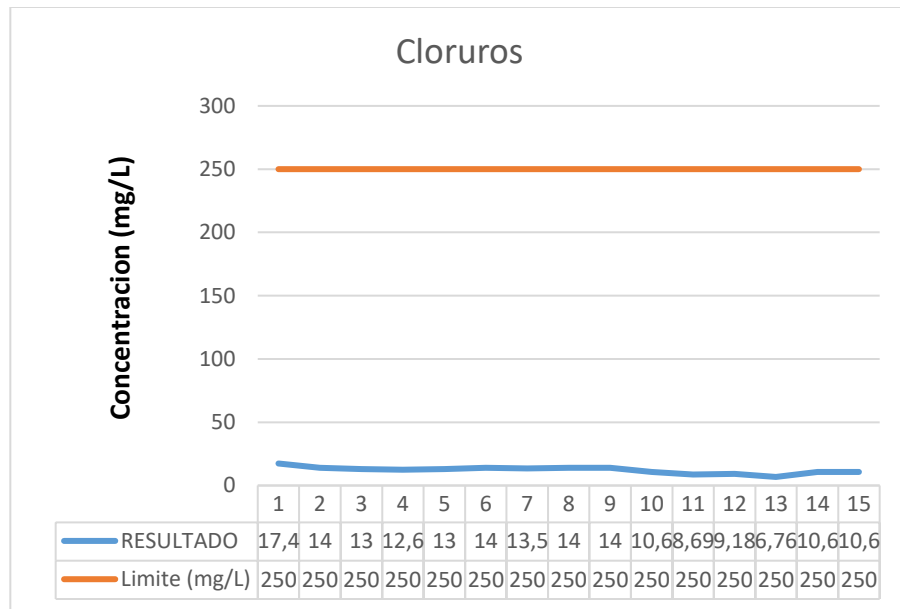
Tabla 4. Sulfatos (SO₄)



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos contrastado con los parámetros establecidos por la NMX-AA-074-SCFI-2014.

Cloruros. En lo que respecta a las concentraciones de cloruros (mg/L), los resultados presentados en la tabla 5 muestran que los valores registrados se encuentran dentro del límite máximo permisible.

Tabla 5. Cloruros

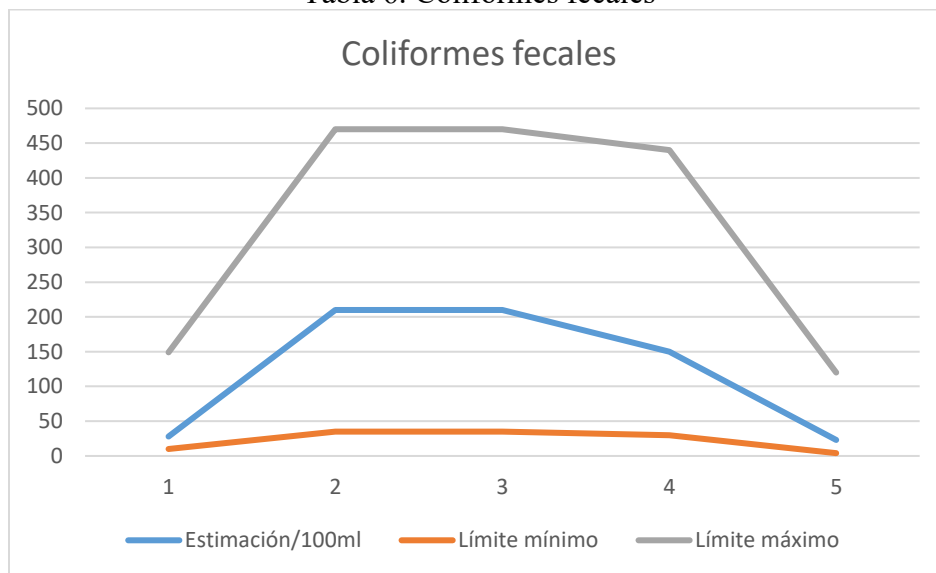


Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos

Coliformes. Las bacterias coliformes es un grupo grande de bacterias Gram negativas, son anaeróbicas facultativas, no formas esporas, tienen forma de bacilo y son capaces de fermentar la lactosa produciendo gas cuando son incubadas a 35-37°C en tubos de fermentación (Some, 2021). Aunque el grupo de coliformes fecales incorpora a varias especies, tradicionalmente se ha utilizado la especie *Eschericia coli* como indicador para determinar la calidad de agua de uso público y recreativo.

Después de realizada la prueba presuntiva para coliformes fecales, se realizaron las lecturas correspondientes y se contrastaron con los límites máximos permisibles según lo estipula la NOM-001-SEMARNAT-2021. Los resultados se muestran en la tabla 6 y puede observarse que se encuentran dentro del rango permisible con diferencias según los puntos de muestreo.

Tabla 6. Coliformes fecales



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos

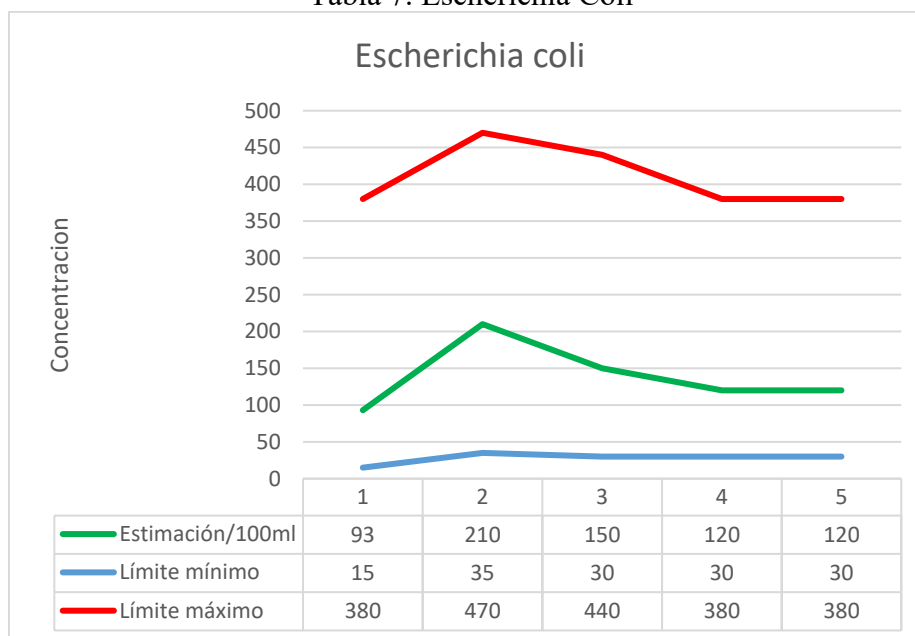
Escherichia coli. Los resultados muestran que las concentraciones estimadas de *E. coli* oscilaron entre 93 y 210 NMP/100 mL. Los valores por puntos, según se especificó en la figura 3, se muestran a continuación:

- El valor más alto se registró en el punto 2 (210 NMP/100 mL), sitio frecuentado por visitantes que acuden a observar el lago y donde se concentran parvadas de aves que descansan y se alimentan de los residuos de comida proporcionados por los usuarios del área.
- En el punto 3 se obtuvo una concentración de 150 NMP/100 mL. Este sitio corresponde al punto de desfogue de la planta potabilizadora No. 3, ubicada a una distancia aproximada de 129 metros de la laguna.
- Los puntos 4 y 5 presentaron valores iguales (120 NMP/100 mL), lo cual podría atribuirse a su menor exposición a la interacción tanto humana como faunística.
- El valor más bajo se observó en el punto 1 (93 NMP/100 mL), correspondiente a la zona de mayor profundidad, localizada en la parte central de la laguna.

Al comparar estos valores con los límites permisibles, se observa que en todos los puntos de muestreo las concentraciones se mantienen por encima del límite mínimo (15–35 NMP/100 mL) pero muy por debajo del límite máximo (380–470 NMP/100 mL), por lo que se infiere una buena calidad microbiológica del agua (Tabla 7).

Las actividades humanas están afectando directa e indirectamente a los ecosistemas acuáticos, como lagos, embalses, ríos, lagunas y estuarios, causando perturbaciones ambientales como la pérdida de la calidad de agua, destrucción del hábitat, eutrofización, así como los cambios en la estructura y dinámica trófica (Borja y cols., 2012). Esta situación se presenta a nivel mundial y genera la reducción significativa de humedales (Ramsar, 2018), generando en las zonas urbanas, un ambiente desfavorable para la población, ya que se pierden atributos como áreas verdes, zonas recreativas, servicios ambientales, etc. Ante esta problemática, la ciudad de Hermosillo cuenta con un humedal como espacio recreativo, cuyos parámetros se presentan en concentraciones dentro de los límites de referencia establecidos en la normatividad mexicana aplicable. Estos resultados constituyen una línea base relevante para el establecimiento de programas de monitoreo y conservación del humedal.

Tabla 7. *Escherichia Coli*



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos

Discusión

Los resultados obtenidos del presente estudio de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados en el humedal La Sauceda se mantienen dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad ambiental mexicana. Esta situación sugiere que el sistema aún conserva un grado importante de funcionalidad ecológica, dato que se ha reportado por diversos estudios, mismos que indican que los humedales urbanos pueden actuar como sistemas naturales de depuración, lo que contribuye a la mejora de la calidad del agua en entornos sometidos a presión antropogénica (Shrestha et al., 2025).

Es importante mencionar que el cumplimiento de los límites normativos no implica necesariamente una condición ecológica óptima. En este sentido, la calidad del agua en los humedales debe evaluarse en función de su capacidad para sostener servicios ecosistémicos y la de mantener la integridad ecológica del sistema (Chaparro-Herrera et al., 2021). Entonces, en ecosistemas urbanos, se deben de considerar aportes difusos de contaminación que pueden alterar la dinámica del sistema aun cuando los parámetros medidos se encuentren dentro de rangos aceptables.

De acuerdo con los parámetros fisicoquímicos de sólidos disueltos totales, cloruros, sulfatos y dureza, los niveles que se encontraron de acuerdo a la normatividad aplicable sugieren condiciones de baja mineralización, favorables para el desarrollo de organismos dulceacuícolas (Wetzel, 2001). No obstante, la literatura advierte que incrementos en la concentración de sales disueltas pueden generar efectos negativos sobre la biota acuática, por lo tanto, los valores observados deben interpretarse como una condición favorable actual, pero susceptible a cambios a causa de las actividades urbanas y a procesos de escorrentía, lo que se puede interpretar como la necesidad de que las evaluaciones se hagan bajo el enfoque de mantener la integridad ecológica del sistema y no solamente del cumplimiento normativo (Brent et al., 2022).

La literatura señala que la bacteria *Escherichia coli* es un indicador ampliamente utilizado para identificar contaminación reciente por materia fecal, particularmente en sistemas acuáticos

influenciados por actividades humanas (Nowicki et al., 2021). En ese sentido, de acuerdo a los resultados obtenidos, la baja densidad de coliformes fecales sugiere que el humedal no presentaba infiltraciones de la red de alcantarillado sanitario aledaña, la cual para otros humedales es un problema constante, ya que sufren descargas de aguas negras constantes (Hernández y Bastián-Lima, 2022).

Se ha documentado en la literatura que la carga microbiológica en humedales urbanos está relacionada con aportes de escorrentía pluvial y descargas residuales, mismos que varían en de acuerdo con la estacionalidad y las actividades y uso de suelo circundantes (Byekwaso et al., 2026). En este sentido, la presencia de estos indicadores en el humedal La Saucedá sugiere la existencia de influencias antropogénicas, aunque en niveles actualmente controlados.

Adicionalmente, los humedales desempeñan un papel clave como infraestructura natural en la regulación del ciclo hidrológico y la depuración de contaminantes (Alikhani et al., 2021), por lo que en diversos estudios se documenta que los humedales pueden contribuir a la sostenibilidad ambiental (Marín-Muñoz et al., 2023). Sin embargo, su eficiencia depende de factores como la carga contaminante, la hidrología del sistema y el grado de conservación, lo que implica la necesidad de estrategias de manejo adaptativo.

Finalmente, el humedal La Saucedá debe ser considerado un sistema vulnerable debido al progresivo crecimiento demográfico e industrial de la ciudad de Hermosillo. Estudios regionales señalan que la urbanización, la reducción de aportes hídricos y la contaminación representan amenazas significativas para los humedales del noroeste de México (Luque-Agraz et al., 2025). En este contexto, los hallazgos de esta investigación aportan un marco de referencia fundamental para futuras acciones de preservación, monitoreo continuo y gestión sostenible del humedal.

Conclusiones

Los humedales urbanos han sufrido alteraciones significativas debido al desarrollo urbano, las cuales tienen que ver con cambios en su geomorfología, disminución drástica en su tamaño, fragmentación, construcción, deforestación y cambio de uso de suelo, lo que genera una serie de afectaciones que comprometen su funcionalidad ecológica a largo plazo.

De acuerdo con los parámetros evaluados, se observó un cumplimiento con la normatividad ambiental mexicana, situando a los indicadores de coliformes fecales, cloruros, dureza, sulfatos y sólidos disueltos totales dentro de los límites permisibles establecidos por la normatividad ambiental mexicana, lo que sugiere que el sistema mantiene actualmente condiciones favorables de calidad de agua.

Sin embargo, la ubicación del humedal hace que se considere vulnerable, en ese sentido; sin embargo, esto no implica necesariamente una condición ecológica permanente, ya que además se encuentra sujeta a variables temporales. Por lo anterior, las estrategias en el humedal deben ir encaminadas a la conservación y a un programa de monitoreo estacional permanente para determinar que los valores obtenidos se mantienen durante todo el año.

FINANCIAMIENTO: Universidad Estatal de Sonora.

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen a la Universidad Estatal de Sonora por su valioso apoyo; así mismo, reconocemos al Dr. Hugo De La Torre Valdez por su contribución en la elaboración de los mapas, al M.I. Marco Antonio Gutiérrez Rosete por la asesoría brindada en la realización de los análisis fisicoquímicos y a los estudiantes de la Licenciatura en Ecología por su participación y apoyo en el levantamiento de las muestras.

Referencias bibliográficas

- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (19th ed.). APHA.
- Alikhani, S., Nummi, P., & Ojala, A. (2021). Urban Wetlands: A Review on Ecological and Cultural Values. *Water*, 13(22), 3301. <https://doi.org/10.3390/w13223301>
- Biosíntesis. (1998). "Hacia la conservación de los humedales de Colombia", Bases científicas y técnicas para una política nacional de humedales. Boletín N.º 9.
- Borja, A., Basset, A., Briker, S., Dauvin, J., Elliot, M., Harrinson, T., Marques, J., Weisberg, S. & West, R. 2012. Classifying ecological quality and integrity of estuaries. En: Wolasky, E., D. McLusky (eds.). *Treatise on estuarine and coastal science*. Elsevier. Primera edición. USA. PP 125-162.
- Bravo, J. B. & Windevoxhel, N. J. 1997. Manual para la identificación y clasificación de humedales en Costa Rica. UICN/HORMA: MINAE: Embajada Real de los Países Bajos.
- Brent, R. N., Kunkel, J., Tomek, Z., Buchardt, D., DeLisle, P. F., & Sivers, S. (2022). A novel approach to developing thresholds for total dissolved solids using standardized and experimental toxicity test methods. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 41(11), 2782–2796. <https://doi.org/10.1002/etc.5466>
- Byekwaso, F., Langergraber, G., Weigelhofer, G., Kaggwa, R., Kansiime, F., & Hein, T. (2026). Anthropogenic and natural factors impacting microbiological and physicochemical surface water quality along an urban tropical wetland. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 16(2), 108–123. <https://doi.org/10.2166/washdev.2026.125>
- Celaya-Alegria, A. D. 2021. Calidad del agua y estado trófico en el Humedal Laguna La Saucedá, Hermosillo, Sonora. Tesis de Licenciatura. Universidad de la Sierra.
- Chaparro-Herrera, D. J., Fuentes-García, R. S., Hernández-Quiroz, M., et al. (2021). Comprehensive health evaluation of an urban wetland using quality indices and decision trees. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(4), 183. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08939-w>
- Davidson, N. (2018). Wetland losses and the status of wetland-dependent species. In M. C. Finlayson, G. R. Milton, R. C. Prentice, & N. C. Davidson (Eds.), *The wetland book II: Distribution, description, and conservation* (pp. 369-381). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4001-3_197
- Estrella-Jiménez, S. 2018. Soporte técnico para justificación ambiental del área del Humedal Laguna La Saucedá en Hermosillo, Sonora. Memoria Profesional. Universidad de la Sierra. Moctezuma Sonora.
- Hernández, M., & Bastián-Lima, V. (2022). Diagnóstico sociohidrológico de tres humedales urbanos de Xalapa, Ver., México. *Revista Ambiens Techné et Scientia Méx*, 10(2), 189-205.
- Instituto Municipal de Planeación de Hermosillo. (2010). *Plan Estratégico de Drenaje Pluvial del Centro de Población de Hermosillo*. H. Ayuntamiento de Hermosillo. implanhermosillo.gob.mx
- INEGI, 2000. Síntesis de información geográfica del estado de Sonora.
- Luque-Agraz, D., Flores-Cuamea, M., Kachadourian-Marras, A., Cornejo-Denman, L., & Murphy, A. (2025). Water: The central theme of the proposed Sonora Estuarine Biocultural Corridor of Northwestern Mexico. *Water*, 17(15), 2227. <https://doi.org/10.3390/w17152227>

- Marín-Muñiz, J. L., Sandoval-Herazo, L. C., López-Méndez, M. C., Sandoval-Herazo, M., Meléndez-Armenta, R. A., González-Moreno, H. R., Zamora, S. (2023). Treatment wetlands in Mexico for control of wastewater contaminants: A review of experiences during the last twenty-two years. *Processes*, 11(2), 359. <https://doi.org/10.3390/pr11020359>
- Nowicki, S., de Laurent, Z., de Villiers, E. P., et al. (2021). The utility of *Escherichia coli* as a contamination indicator for rural drinking water; evidence from whole genome sequencing. *PLOS ONE*, 16(1), e0245910.
- Ramsar, 2018. Perspectiva Mundial sobre los Humedales. Estado de los humedales del mundo y de los servicios que presta a las personas. Secretaría de la Convención Ramsar.
- Roldán-Perez, G. & Ramírez-Restrepo, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (Segunda Ed.). Colombia, Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Sánchez-Escalante, J. J. (2018). Lista preliminar de plantas de la Laguna La Saucedá, Hermosillo, Sonora, México [Informe técnico inédito]. Herbario USON, Universidad de Sonora.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación*. Diario Oficial de la Federación. <https://sidof.segob.mx/notas/5645374>
- Secretaría de Salud. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Método para la determinación de bacterias coliformes en agua*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía. (2015). *NMX-AA-034-SCFI-2015, Análisis de agua. Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Método de prueba*. Dirección General de Normas.
- Secretaría de Economía. (2001). *NMX-AA-072-SCFI-2001, Análisis de agua. Determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas*. Dirección General de Normas.
- Secretaría de Economía. (2001). *NMX-AA-073-SCFI-2001, Análisis de agua. Determinación de cloruros totales*. Dirección General de Normas.
- Secretaría de Economía. (2014). *NMX-AA-074-SCFI-2014, Análisis de agua. Determinación de sulfatos*. Dirección General de Normas.
- Secretaría de Economía. (2005). *NMX-AA-121-SCFI-2005, Análisis de agua. Muestreo de aguas naturales, residuales y residuales tratadas*. Dirección General de Normas.
- Shrestha, A., Benjankar, R., Kalra, A., & Bhusal, A. (2025). Effectiveness of wetlands for improving different water quality parameters. *Hydrology*, 12(8), 216. <https://doi.org/10.3390/hydrology12080216>
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd ed.). Academic Press.