



Diagnóstico sobre el funcionamiento y la apropiación social de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales en pastorías, Actopan, Veracruz, México

Jorge Israel Portillo-Peralta¹, José Luis Marín-Muñiz¹, María del Carmen Celis Pérez¹, Sergio A. Zamora-Castro²

¹El Colegio de Veracruz, Academia de Desarrollo Regional Sustentable, Carrillo Puerto 26, Centro, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México.

²Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería, Construcción y Hábitat, Bvd. Adolfo Ruiz Cortinez 455, Costa Verde, CP. 94294, Boca del Río, Veracruz, México.

*Autor de Correspondencia: jorge.portillo@colver.info

Resumen

Los humedales construidos (HC) minimizan los impactos ambientales que generan las descargas de aguas residuales y atienden problemáticas de servicios básicos en comunidades rurales, sin embargo, existen externalidades que hacen que estas alternativas ecológicas no sean apropiadas localmente. En este estudio identificamos las condiciones que refuerzan o limitan la apropiación comunitaria de HC para el tratamiento de aguas residuales en la comunidad de San José Pastorías, Veracruz, México. Detectamos que, a pesar de existir dos grupos motores de jóvenes y mujeres, no hay seguimiento al humedal sin el apoyo de la academia. También identificamos variables para la elaboración de un instrumento que permita encontrar actividades que surjan de la comunidad, para trabajos en torno al humedal y así potencializar su apropiación. En conclusión, es necesario seguir con estudios para identificar la percepción de los pobladores sobre la implementación del HC, y así generar una propuesta de estrategia participativa que impulse la apropiación de HC en comunidades rurales de México.

Palabras claves: *Humedales construidos, apropiación, comunidad rural, percepción social.*

Abstract

Constructed wetlands (HC) minimize the environmental impacts generated by residual discharges and address basic service problems in rural communities; however, there are externalities that make these alternatives not locally appropriate. In this study we identify the conditions that reinforce or limit community appropriation of a HC for wastewater treatment in the community of San José Pastorías, Veracruz, Mexico. We detected that despite the existence of two motor groups of young people and women, there is no monitoring of the wetland without the support of the academy; We also identified variables for the elaboration of an instrument that allows finding activities that arise from the community for work around the wetland and potentialize its appropriation. In conclusion, it is now necessary to identify the perception of the inhabitants about the implementation of the HC, and thus generate a proposal for a participatory strategy that promotes the appropriation of HC in rural communities in Mexico.

Keywords: *Constructed wetlands, appropriation, rural communities, social perception.*



1. Introducción

La preocupación de contar con agua de calidad es latente debido a su contaminación, las aguas residuales son un foco de infección si estas son descargadas a cielo abierto o a otras fuentes de agua como ríos, océanos o lagos y lagunas; además estas no han sido tratadas en su totalidad, en gran medida por los costos en millones de pesos que se requieren para el diseño, construcción y operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)[1]; por ejemplo, se ha reportado que el costo de construcción de una PTAR de lodos activos en Xaltianguis, Guerrero para un gasto de 1080 m³/día fue de \$5,965,000.00, y un costo de operación mensual de \$38, 880.00[2].

En México existen 4904 plantas de tratamiento, de las cuales, 2287 están instaladas en áreas urbanas y 2617 tratan aguas residuales industriales [3]. La instalación de sistemas de tratamiento es menos común en áreas rurales (menor a 2500 habitantes), la atención prioritaria en estas áreas aún son la distribución de agua y/o la implementación de drenaje y alcantarillado; a lo anterior se añade la problemática de las descargas de aguas residuales, estas son un foco de posibles infecciones cuando son vertidas a los cuerpos de agua, ya que estos son la fuente principal del recurso para las actividades diarias o son utilizados como sitios recreativos [4].

Para atender la problemática anterior, los humedales construidos (HC) son alternativas eficientes para el tratamiento de aguas residuales, ya que remueven hasta del 90% de contaminantes orgánicos [5] y hasta del 50% de compuestos nitrogenados y de fósforo [6]. Además, su instalación a pequeña y mediana escala ha demostrado ser una alternativa de bajo costo, fácil operación y mantenimiento; y es adecuada para su aplicación en áreas rurales; en comparación con las PTAR [7, 8].

A pesar de conocer la funcionalidad de los HC y de los beneficios que estos tienen al ser implementados en comunidades rurales, las situaciones que han impedido que esta ecotecnología sea replicada ha sido el desconocimiento general de estos, la falta de manuales y la falta de inclusión de la población en los proyectos de investigación para que estas ecotecnologías sean adoptadas y apropiadas. Por este motivo el objetivo del presente estudio es identificar las condiciones que refuerzan o limitan la apropiación comunitaria de un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales, tomando como caso de estudio la comunidad de San José Pastorías, Veracruz; México; donde dicha ecotecnología ha sido implementada desde 2018.

2. Antecedentes o marco teórico

2.1 Humedales construidos y su implementación en comunidades rurales de México.

Los HC son sistemas diseñados en relación con las funciones de los humedales naturales. Consisten en canales con sustrato y plantas por donde el agua fluye, donde los contaminantes son removidos del agua a través de procesos químicos, biológicos y físicos [1]. Existen dos tipos de HC respecto al flujo de agua, a saber: a) humedales de flujo superficial y, b) humedales de flujo subsuperficial. Los primeros son más parecidos a los humedales naturales porque el agua fluye por arriba del sustrato que generalmente es suelo y el agua está en contacto con la atmósfera; en los segundos el agua fluye por debajo del sustrato sin que esté en contacto con la atmósfera, por lo que se eliminan olores y se disminuye la presencia de insectos [2].

Los CH son una alternativa para eliminar contaminantes de las aguas residuales, industriales, agrícolas y pluviales. Estas ecotecnologías se basan en la eliminación biológica, química y física de contaminantes con la ayuda de plantas acuáticas u ornamentales [5, 6] y la existencia de sustancias aeróbicas [6]. En comparación con las PTAR, los HC son una tecnología más barata y menos compleja; por ejemplo, una autora [2] reporta que para la construcción del HC se necesitan \$140, 000.00; 45 veces más barato que el costo de construcción de una PTAR, aunado a que no necesita costos de operación y que, al contrario del otro sistema, en esta se pueden generar beneficios económicos por la venta de flores obtenidas.

Otros estudios [9, 10] han reportado la replicabilidad de esta ecotecnología en México, y que esta puede ser relevante [10] debido al gran número de comunidades rurales pequeñas, aisladas y de baja densidad que aún carecen de alternativas económica y ecológicamente viables. Sin embargo, también se ha

reportado [11] que la mayoría de los HC en México tienen diferentes barreras que impiden su apropiación social en las comunidades y por tal motivo estas ecotecnologías quedan abandonadas, por ejemplo: muchos de los proyectos financiados por la academia son sólo para la fase piloto o para poner en marcha el proyecto, existe una limitada información sobre esta ecotecnología, nulos manuales de construcción y seguimiento en español, cambios administrativos de los gobiernos provoca que no se les dé seguimiento al HC, o no se toman en cuenta los recursos económicos necesarios para dar mantenimiento a los HC. A lo anterior se añade que existe cierto desinterés o aceptación debido al desconocimiento y a la poca participación de los usuarios en su implementación, porque muchas veces los estudios no logran permear en toda la población por el escaso tiempo que los proyectos conllevan [12].

3. Metodología

El estudio se realizó en San José Pastorías perteneciente al municipio de Actopan, estado de Veracruz; está ubicado en los paralelos $96^{\circ}34'14''$ longitud y $19^{\circ}33'52''$ latitud, con una altitud de 251 metros sobre el nivel del mar (msnm) (figura 1); su clima es semi-cálido húmedo y templado húmedo; el régimen de propiedad de esta comunidad es ejidal; la población total de la comunidad es de 552 personas, de las cuales 51.9% son hombres y 48.1% mujeres [13]. La comunidad se tomó como caso de estudio porque existe la implementación de un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias en el 2018, además existen actividades en torno al humedal desarrolladas por un grupo conformado por mujeres y jóvenes inscritos al programa Jóvenes Construyendo el Futuro.

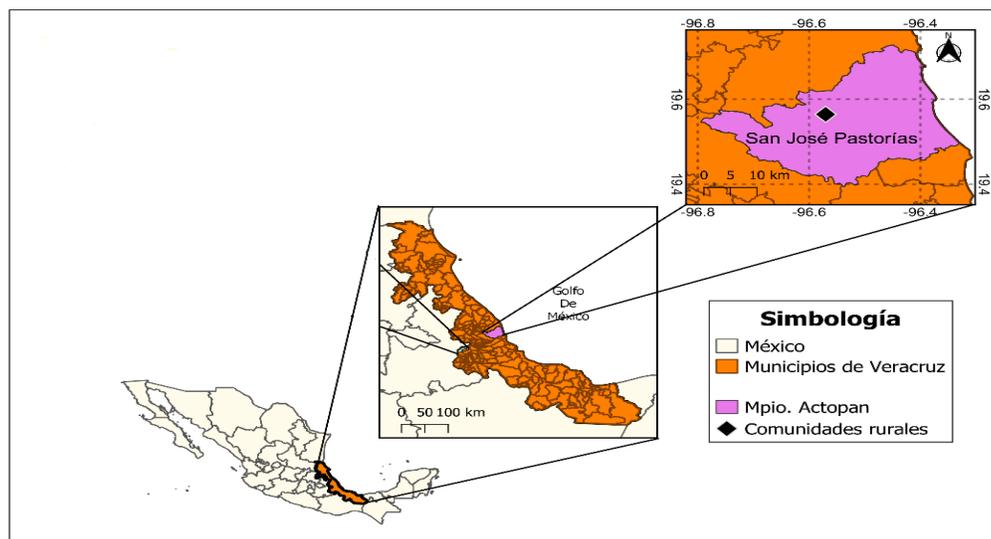


Figura 1. Mapa de San José Pastorías, Actopan, Veracruz.

La metodología para el levantamiento de datos fue de tipo cualitativa y consistió en dos momentos. El primer momento fue trabajo de gabinete, donde se realizó una revisión bibliográfica del tema en general y de investigaciones previas en el área de estudio. El segundo momento fue trabajo de campo, donde se llevaron a cabo entrevistas y reuniones informales [14] con líderes de proyecto y con el grupo de mujeres y jóvenes encargados de brindar mantenimiento y soporte al HC. También se realizaron visitas al lugar donde se encuentra implementado el HC, y mediante observación participante, se complementó el registro de información anotada en un diario de campo.

4. Resultados

4.1 Condiciones que refuerzan la apropiación comunitaria del humedal construido

Los resultados muestran que existen condiciones que refuerzan el uso y apropiación de los humedales construidos, mismos que son evidenciados en los trabajos de divulgación, de investigación de funcionalidad de los ecosistemas y de integración y aprovechamiento social que se han realizado en torno al HC en la comunidad. La incorporación del trabajo colaborativo entre la academia y habitantes de la comunidad ha sido útil como estrategia para reforzar el uso y apropiación del humedal, en esta colaboración se conformó un grupo de 16 mujeres de la comunidad denominado “Unión de mujeres por el humedal artificial de Pastorías, Veracruz” (UMHUAP) (Figura 2); también se sumó el grupo de 6 jóvenes construyendo el futuro por parte de “El Colegio de Veracruz” [1]. Ambos grupos coadyuvan en la operatividad y continuidad de la ecotecnología, y a su vez adquieren nuevos conocimientos y aprovechamiento tanto particular como comunal del ecosistema.



Figura 2. Grupo de mujeres que trabajan para reforzar el uso y apropiación del HC.

Las actividades realizadas por el grupo de mujeres consisten en aprender sobre el funcionamiento de la ecotecnología, el aprovechamiento de la vegetación ornamental para la elaboración de artesanías (Figura 3) y el diseño de prendas con flores alusivas al humedal. Por otro lado, las actividades del grupo de jóvenes consisten en el mantenimiento y operatividad del HC, así como el monitoreo del agua producida por el HC; también aprenden sobre nuevas técnicas de trabajo en equipo y la reutilización del agua para los cultivos de terrenos adyacentes al HC. Esta última actividad es de gran beneficio por el reúso del agua en condiciones ya tratadas por el humedal ante la escasez del recurso líquido que ya es un caso común en muchas regiones.



Figura 3. Elaboración de artesanías y talleres participativos en torno al humedal en Pastorías, Veracruz.



Estas actividades permiten que ambos grupos obtengan ingresos económicos para seguir con las tareas en torno al HC. Mediante el programa impulsado por el gobierno federal “jóvenes construyendo el futuro”, los 6 jóvenes recibieron una beca económica mensual durante el 2020, como el programa solo es anual, nuevos jóvenes se han ido integrando hasta la fecha, dicha beca les permite tener un ingreso económico y seguir con los trabajos de soporte y mantenimiento a la ecotecnología. En este sentido, la búsqueda y generación de recursos económicos para seguir con estas labores, es otro aporte que refuerza la apropiación y el funcionamiento del HC.

La creación de talleres participativos (Figura 3) ha sido otra de las formas para reforzar la apropiación del HC, las cuales consisten en reuniones semanales con los grupos, cada reunión dura entre dos y tres horas, en este tiempo se establecen actividades lúdicas y didácticas como el juego de lotería con imágenes sobre los componentes y beneficios del HC para conocer sobre la ecotecnología, ronda de preguntas para detectar y reforzar capacidades personales y grupales de trabajo. Para terminar, en cada sesión se establece una dinámica de retroalimentación como actividad de reforzamiento del conocimiento adquirido. Este tipo de trabajo coincide con lo postulado por Freire [15], quien describió que la educación partiendo de las necesidades o problemas propios de vida, debe generar un cambio social o concientización, para crear la capacidad de reflexión-acción en las problemáticas generadas en su entorno inmediato.

También cabe mencionar, que para la integración del grupo comunitario al aprovechamiento del HC, se han buscado alternativas de crédito y de proyectos de fondos para beneficio de los mismos participantes, ya que sin duda la capacitación y asistencia técnica como dimensiones estratégicas de transferencia tecnológica resultan necesarias, pero insuficientes si no están alineados con accesos al crédito que favorezcan el desarrollo personal y comunal.

4.2 Condiciones que limitan la apropiación comunitaria del humedal construido

A pesar de todos los esfuerzos para que la apropiación del HC en la comunidad de Pastorías sea exitoso, siempre existen barreras que determinan el no cumplimiento de este objetivo, sobre todo cuando esas barreras detienen abruptamente el seguimiento de las actividades en todo proyecto. La primera barrera identificada en nuestro estudio fue la pandemia provocada por el virus SARS-COV 2 (COVID-19), el aceleramiento de contagios a nivel mundial y en México, ocasionaron el paro total de actividades durante un periodo de tiempo del año 2020 y 2021, ya que el gobierno emitiera diferentes recomendaciones, entre ellas el evitar reuniones grupales de no más de 3 personas [11]. Lo anterior causó la cancelación de las actividades en torno al humedal con el grupo de mujeres y jóvenes, en una temporada de los años 2020 y 2021; esto evidenció que la ausencia de actividades, capacitación y asistencia técnica representa una condición que limita la apropiación exitosa del HC.

Además de lo mencionado anteriormente, la terminación de la beca económica del programa “jóvenes construyendo el futuro” para los 6 jóvenes y la ausencia de actividades que permitían obtener un ingreso económico al grupo de mujeres, provocó que las mujeres y jóvenes se alejaran del proyecto para buscaren otro lugar un sustento económico para apoyar a sus familias. En este sentido, la ausencia de aspectos prácticos relacionados con accesos al crédito, es decir, la carencia de pagos para continuar con las actividades en torno al humedal es otra de las condiciones que limitan su apropiación.

Por último, en todo estudio o proyecto realizado en una comunidad, muchas veces no logra permear en toda la población por el escaso tiempo que estos conllevan [12]; o porque los intereses o necesidades de las personas son diferentes y por este motivo no se involucran. La falta de sensibilización y conocimiento



de la población en Pastorías sobre los aspectos que necesita el HC para funcionar y los servicios ambientales que se tienen al tener un HC, fue otra de las limitantes encontradas, pues por el momento el HC no cumple con su función por el taponamiento del drenaje comunitario por residuos. Esto provoca que el agua residual no llegue al HC para ser tratada con éxito, y se espera nuevamente la intervención de la academia o de las autoridades para su continuidad, mismo que no se han logrado por los cambios administrativos de las autoridades municipales.

4.3 Estrategias para impulsar la apropiación de humedales construidos en comunidades rurales de México

Una vez identificado lo anterior, en este apartado se sugieren dos propuestas encaminadas a continuar con las actividades en torno a la ecotecnología para su correcto funcionamiento, y para seguir encontrando las diferentes perspectivas que tienen sobre el mismo los pobladores de Pastorías, Veracruz. La primera es una propuesta participativa/comunitaria para la reutilización del agua del HC. En estudios de revisión documental sobre el uso de humedales en México, García-García, Ruelas-Monjardín, y Marín-Muñiz [11]; encontraron que los contaminantes removidos por la ecotecnología mejoran la calidad del agua para riego de cultivos. En este sentido, se sugiere realizar actividades grupales que promuevan el uso del agua cerca del humedal; los huertos de traspatio es una propuesta inicial para seguir reforzando la apropiación; también se sugiere seguir trabajando con talleres participativos y con la capacitación técnica con los grupos de mujeres y jóvenes, además de integrar a nuevos participantes para que el conocimiento sobre la funcionalidad de esta ecotecnología permee en mayor población.

La segunda propuesta es seguir con los estudios en relación del humedal, pero ahora para identificar la percepción de los pobladores en la comunidad sobre la implementación y conocimiento de los humedales construidos. La percepción social en las ecotecnologías es la valorización social [17] que le otorga el usuario a la ecotecnia en su aplicación para resolver necesidades humanas básicas, esta valorización no es monetaria, sino que representa una perspectiva amplia de aplicación que tiene la ecotecnología para aliviar/facilitar la vida de las personas con efectos en la salud, ambiente, tiempo, relaciones y economía [18]. De acuerdo con lo anterior, se sugiere identificar esta percepción considerando tres variables a identificar, a saber; a) carencia de servicios básicos en la vivienda, b) conocimiento sobre la ecotecnología y su uso; y c) participación social en la implementación de la ecotecnología; mismo estudio permitirá el mejoramiento constante de los impactos sociales que se pretenden alcanzar al utilizar el HC.

En estas propuestas toma especial relevancia lo mencionado por Ortiz y Masera [9], cuando reportan que las ecotecnologías y ecotecnias pueden ser un elemento importante de estrategias innovadoras orientadas a la sustentabilidad en áreas rurales, porque podrían ayudar a catalizar procesos de desarrollo local amigables con el entorno inmediato, o incluso podrían convertirse en herramientas para desencadenar el fortalecimiento de capacidades y el empoderamiento comunitario mediante estrategias participativas de innovación y desarrollo ecotecnológico.

5. Conclusiones

Con este trabajo evidenciamos que además del interés de la academia para formar grupos de trabajo comunitarios y seguir con las actividades en relación con el humedal, es necesaria la participación de autoridades para potencializar el conocimiento de los sistemas, para que estos puedan ser apoyados y replicados en otras comunidades donde se presenten problemáticas similares. La capacitación y



asistencia técnica son condiciones necesarias para reforzar la apropiación del humedal, sin embargo, estas no serán suficientes si no van acompañadas de pagos relacionados con los aspectos prácticos. También es revelada la pertinencia de seguir con estudios para identificar la percepción de los pobladores en San José Pastorías sobre la implementación de los humedales construidos en la comunidad; además de seguir con estudios prácticos que propicien actividades en torno y cerca a la ecotecnología. Por último, es necesario realizar una propuesta de estrategia participativa para que impulse desde la implementación la apropiación de humedales construidos, no sólo en la comunidad de estudio, si no en todas las comunidades rurales de México donde se pretenda construir estos sistemas.

6. Agradecimientos

El autor le agradece al CONACyT el apoyo otorgado a través de la Beca para Estudios de Maestría. De igual manera agradecemos a la Mtra. Esther Palma y Dra. Irma Zitácuaro por sus trabajos, mismos que apoyaron a la construcción de este artículo. Por último, al grupo de mujeres y jóvenes quienes trabajan en el humedal de Pastorías.

7. Referencias

- [1] Marín-Muñiz J.L., Zitácuaro I. y Palma E.M., "Participación comunitaria para implementación de humedales para limpiar el agua residual: caso de estudio en Pastorías, Actopan, Ver". En "Miradas colectivas, rutas y aportes a la sustentabilidad", 103-115, Secretaría de Medio ambiente del Estado de Veracruz, 11 de marzo 2021.
- [2] Hernández, M.E., "Humedales ornamentales con participación comunitaria para el saneamiento de aguas municipales en México". Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable 1., 2., 2016, 1-12.
- [3] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), "Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación", Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, diciembre 2019.
- [4] Marín-Muñiz, J.L., "Humedales construidos en México para el tratamiento de aguas residuales, producción de plantas ornamentales y reúso del agua", Agroproductividad, 10, 5, 2017, 90-95.
- [5] Fernández-Lambert, G. y Zurita, F., "Effect of *Spathiphyllum blandum* on the removal of ibuprofen and conventional pollutants from polluted river water, in fully saturated constructed wetlands at mesocosm level", Journal of water and health, 18., 2., 2020, 224-228.
- [6] Sandoval, L., Zurita, F., Del Ángel-Coronel, O.A., Adame-García, J. y Marín-Muñiz, J. L., "Influence of a new ornamental species (*Spathiphyllum blandum*) on the removal of COD, nitrogen, phosphorus and fecal coliforms: a mesocosm wetland study with PET and tezontle substrates", Water Science and Technology, 81., 5., 2020, 961-970.
- [7] Kivaisi, A. K., "The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. Ecological Engineering", 16., 4., 2001, 545-560.
- [8] Romero-Aguilar, M., Colín-Cruz, A., Sánchez-Salinas, E., Ortiz-Hernández, M. L., "Wastewater treatment by an artificial wetlands pilot system: evaluation of the organic charge removal", Rev. Int. Contam. Ambient, 25., 3., 2009, 157-167.
- [9] Ortiz, J. y Masera, O., "Innovación tecnológica, difusión y apropiación social de ecotecnologías como alternativas para el desarrollo rural", en "Hacia un modelo intercultural de sociedad del conocimiento", CDMX, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.
- [10] Zurita. F., Castellanos-Hernández O.A., Rodríguez-Sahagún A., "El tratamiento de las aguas residuales municipales en las comunidades rurales de México", Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1., 1., 2011, 139-150.
- [11] García-García, P.L., Ruelas-Monjardín, L., y Marín-Muñiz, J.L., "Constructed wetlands: a solution to water quality issues in Mexico?", Water Policy, 18., 2016, 654-669.



- [12] Palma, E., “Limitantes y estrategias para el uso y adopción de humedales construidos en el tratamiento de aguas residuales: estudio de caso en Pastorías, Actopan, Veracruz”, Tesis de maestría, Xalapa: Veracruz, 2017.
- [13] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI)., “Censo de Población y Vivienda 2020”, Base de datos de la población total por localidad en Veracruz, México, 2021.
- [14] Fontana, A., y Frey, J. H., “The interview: From structured questions to negotiated text”, en “Handbook of qualitative research”, Thousand Oaks, CA: Sage, 2000.
- [15] Freire, P., “The politics of education: Culture, power, and liberation”. Bergin and Garvey, South Hadley, 1985.
- [16] Secretaría de Salud (SSA), “Recomendaciones para la población (COVID-19)”, página oficial de SSA, 2020.
- [17] Leff, E., “Racionalidad Ambiental. La reapropiación social de la naturaleza”, Ed. Siglo XXI, México, 2004.
- [18] Tagle, Z., D., y Azamar, A. A., “Beneficios Asociados Al Uso De Ecotecnias En Comunidades Rurales De Guanajuato, México”, Revibec: Revista Iberoamericana De economía ecológica, 33, 2020, 112-3.