

Capital social y humedales construidos como estrategias para impulsar el desarrollo rural sustentable en México

RESUMEN: El saneamiento convencional de las aguas residuales en zonas rurales es poco implementado por sus altos costos. Por ello, la ecotecnología de humedales construidos (HC), por sus características físicas, químicas y biológicas, es una alternativa económica y ecológicamente viable. La problemática es la permanencia operacional de los HC, por lo cual, la estrategia idónea es la participación social vía el capital social, mismo que coadyuva al impulso del desarrollo sustentable. En el estudio, mediante una investigación documental y análisis de contenido, se examinó el capital social y el aprovechamiento de los HC, así como su relación con la sustentabilidad. Se detectó que el binomio capital social y HC contribuye positivamente al desarrollo sustentable a través de su potencialidad y ventajas ambientales, económicas y sociales.

El capital social por conllevar a la participación activa, mediante el conocimiento grupal y los recursos potenciales que poseen los grupos, así mismo por tener un objetivo común para solucionar un problema de bien común. Por su parte, la operación de los HC, al funcionar en forma similar a los humedales naturales, no requieren de recursos económicos excesivos, así como químicos ni recursos energéticos, solucionando una problemática como es el saneamiento de aguas residuales.

PALABRAS CLAVE: ecotecnologías, tratamiento de aguas residuales, sustentabilidad, participación social, humedales.



Colaboración

Irma Zitácuaro Contreras; José Luis Marín Muñiz; Monserrat Vidal Alvarez, Colegio de Veracruz; Sergio A. Zamora Castro, Universidad Veracruzana, Boca del Río; Aarón López Roldán, Universidad Veracruzana, Xalapa

Fecha de recepción: 27 de noviembre del 2021

Fecha de aceptación: 14 de diciembre del 2021

ABSTRACT: Conventional wastewater sanitation in rural areas is little implemented due to its high costs. Therefore, constructed wetlands (CW) ecotechnology is an economically and ecologically viable alternative. The problem is the operational permanence of CW due to lack of ownership, for which, the ideal strategy is social participation via social capital that also contributes to the promotion of sustainable development. In the study, through a documentary investigation, the social capital and the use of CW were examined, as well as their relationship with sustainability. Both concepts were found to contribute positively to sustainable development through their potential and environmental, economic and social advantages. Social capital for leading to active participation, through group knowledge and the potential resources that groups possess, also for having a common goal to solve a problem of common good. For its part, the operation of the CW, functioning in a similar way to natural wetlands, does not require excessive economic resources, as well as chemicals or energy resources, solving a problem such as wastewater sanitation.

KEYWORDS: Ecotechnologies, wastewater treatment, sustainability, social participation, wetlands.

INTRODUCCIÓN

El deterioro ambiental es una situación perceptible en el mundo, por lo que, para mitigar esta problemática es prioritario el uso de políticas públicas que incluyan la atención a los problemas ambientales, además, prioricen la prestación de los servicios básicos a la población mediante una gestión, producción y consumo sostenibles, incluyendo también, el fortalecimiento de las comunidades y el derecho a un ambiente sano [1]. Entre estos derechos se incluye el saneamiento del agua, vital para la subsistencia humana, y el funcionamiento de los ecosistemas.

Resulta importante plantear alternativas que mitiguen la contaminación y permitan sanear el agua para su reutilización. Sin embargo, las políticas públicas para la creación de infraestructura de saneamiento pocas veces son aplicadas o no se les da seguimiento [2]. Asimismo, los tomadores de decisiones desconocen de los sistemas alternativos y de su funcionamiento [3], por lo que resulta esencial que el diseño de nuevas estrategias incluya fomentar y apoyar los servicios de saneamiento económica y ecológicamente viables, principalmente en zonas rurales donde los recursos de inversión son escasos y destinados a otro tipo de programas sociales.

Adicionalmente, es de destacarse que los programas de construcción de infraestructura de saneamiento vigentes, se han direccionado específicamente en la construcción de plantas de tratamiento convencionales, lo que representa altos costos de construcción y operación, además de un alto consumo de energía eléctrica para que operen [4]. Esto, a pesar de que en las reglas de operación de los programas de construcción de infraestructura de saneamiento se permite la asignación de recursos económicos para la construcción de HC [5], sin embargo, el interés es mínimo y no existen proyectos ejecutivos que puedan ser replicables por parte de las autoridades locales.

Por lo anterior, al no haber inversión pública para la construcción de sistemas alternativos en zonas rurales [6] y al desconocimiento del tema [3], se debe impulsar la adopción y apropiación de las ecotecnologías mediante acciones comunitarias, sin embargo, las personas piensan primero en el interés individual [7], por lo que se requiere de fortalecer la participación social y la formación del capital social en las localidades donde se implementarán los proyectos.

En las comunidades rurales, sitios con una población inferior a 2,500 habitantes [8], el problema de contaminación del agua es una de las limitantes para su desarrollo, debido a que limita la disponibilidad del recurso agua para las diferentes actividades socioeconómicas. Esto hace a esas localidades sitios altamente vulnerables, debido a que no son consideradas en las políticas de obra pública, ni en la inversión municipal, estatal o federal, que regularmente se destinan a la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales convencionales en grandes ciudades, e involucran altos costos de construcción y operación debido a la demanda de químicos, recursos energéticos y mano de obra especializada; por lo anterior, es común que las aguas residuales de las pequeñas localidades sean vertidas en los cuerpos de agua sin tratamiento alguno.

Como resultado, la cobertura de saneamiento municipal de las aguas colectadas en México es del 63%, mediante la operación de 2,540 plantas de tratamiento

[2], principalmente convencionales y operando en localidades urbanas con población superior a los 2,500 habitantes [8], pero sin existir evidencia de un funcionamiento óptimo. Además, el número de plantas de tratamiento no está equiparado con el total de las localidades en el país, que corresponde a 192,245, de las cuales el 98.1% son rurales [8]. Con estos datos puede dimensionarse la problemática de 26 millones de personas que habitan en ellas, donde los niños y niñas, los grupos étnicos minoritarios y las mujeres son quienes más padecen la falta del saneamiento del agua [9], además de la afectación de la vida acuática, menor calidad de vida y salud [6].

Ante la problemática de la falta de saneamiento, es cuestionable si la alternativa del uso de HC operados con la participación social y con capital social son viables para el desarrollo local sustentable.

Ante la problemática de la falta de capacidad para la operación y mantenimiento de los HC se establece el objetivo de "Examinar si la participación social a través del capital social y el manejo de los HC para sanear aguas residuales municipales son estrategias para impulsar el desarrollo comunitario sustentable en México".

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio consistió en una investigación documental crítica centrada en las características del capital social y de los HC dirigidas al desarrollo rural sustentable [10]. La información se analizó en base a la factibilidad de integralidad que haga posible la relación buscada de capital social-ecotecnología de HC, englobando los beneficios como son la fitorremediación, el saneamiento y reúso de agua; mediante el cultivo de plantas ornamentales y el aprovechamiento de su potencial ornamental.

Para el manejo de la información se recurrió al análisis de contenido [11, 12], mediante el cual se construyó una definición de capital social que cumpla con las características necesarias para el manejo de los HC sembrados con plantas ornamentales como agentes para la fitorremediación.

La investigación documental se realizó mediante sistemas que contienen clasificadores de temas o identificadores de palabras clave como Academia.edu, Researchgate.net y revistas latinoamericanas (<https://latinoamericanarevistas.org/>) con información en un periodo de 1998 a 2020. Los artículos seleccionados fueron los que relacionaban el capital social y los HC con características que conducen la sustentabilidad, Esto con la finalidad de definir si el capital social y el manejo de HC tienen aplicabilidad para conducir hacia la sustentabilidad. De una muestra de 96 artículos, se seleccionaron 14 relacionados con capital social y estilos de vida sustentable y 40 de HC.

RESULTADOS

Capital social. El capital social es un concepto que se ha utilizado en diversas formas para relacionar las habilidades de la sociedad para el desarrollo comunitario desde diferentes vertientes: reducción de la pobreza, para entender la desigualdad, la equidad de género, territorialidad, entre otros [13, 14]. Asimismo, se ha trabajado a nivel de comunidad y en grupos específicos con características o intereses comunes, relacionados con grupos de mujeres, hombres, de jóvenes o mixtos [15, 16]. De igual forma, se ha analizado con aspectos de desarrollo de comunidades hacia la sustentabilidad.

Es interesante analizar las teorías para entender cómo se aborda la sustentabilidad y el capital social para extraer las particularidades positivas. Empezando por [17], quien las califica como formas no monetarias de poder e influencia y menciona a Pierre Bourdieu como uno de los pioneros en la construcción del concepto de capital social en los años ochenta del siglo XX. En Estados Unidos, [18] propusieron que el capital social es una política dirigida a la creación de comunidades sostenibles y para obtener mejores resultados se debe trabajar desde la definición del concepto y su construcción, además de documentar las actividades, establecer las redes y comprender las formas aplicables.

Con respecto a las comunidades, mediante el capital social se pueden precisar las condiciones de vida, destrezas, actitudes y niveles de organización para su propio desarrollo, mientras que el Estado debe participar en facilitar los medios para realizar las acciones y promover el fomento de iniciativas para construir una democracia más equitativa y eficiente, por lo que la sustentabilidad dependerá de la voluntad política, de administración local, de las capacidades de la sociedad, de sus relaciones institucionales y de los movimientos sociales e institucionales [13, 15, 19].

En México, se ha manejado el capital social relacionado con la sustentabilidad desde dos vertientes. En la primera [16] analiza el concepto desde la perspectiva de las políticas públicas con vías a reducir la pobreza en la sociedad de bajos recursos económicos, en este sentido el capital social es un instrumento utilizado para fortalecer a las sociedades y que sean autogestoras del desarrollo, disminuyendo, en consecuencia, la responsabilidad del Estado. En este mismo sentido, se han analizado la relación del capital social con el nivel de pobreza de los hogares, encontrando que los hogares con mayor nivel de pobreza tienen una mayor diversidad de relaciones socialmente, al recurrir a programas de apoyo gubernamentales de asistencia social [20].

En la segunda vertiente algunos autores [14, 21] señalan al capital social como promotor del desarrollo sustentable. Además, al detallar permite implementar acciones para la conservación de la biodiversidad. El estudio de [14] expone la acción colectiva de actores sociales

de un sistema hortícola, detectando que el entramado reticular generó oportunidades para los actores sociales del sistema. Lo anterior implica que el capital social aborda dos grandes ramas de la sustentabilidad como son los aspectos sociales y ambientales.

Otros estudios más específicos muestran como el aprovechamiento de los diferentes tipos de capital conducen a la sustentabilidad [15]. La Figura 1, señala que, si se considera una escala de secuencia donde todos los componentes tienen valor igual con dependencia interrelacionada, al potenciar el capital social se conduce a optimizar el capital humano o sea un mejor aprovechamiento de las capacidades humanas, lo que ocasionará un mejor aprovechamiento de la infraestructura o capital construido, situación que lleva en automático a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales o uso racional de los recursos, condición primaria de sustentabilidad. Esta conceptualización parte de quienes aportan las dimensiones de la sustentabilidad que a saber son: ética, asociatividad, confianza y conciencia cívica; mismas que pueden complementar el esquema de las diferentes formas en las que se construye el capital social [15].



Figura 1. Formas de capital y sustentabilidad (Fuente Elaboración propia con base en Kliksberg et al., 2007)

En general, el capital social queda referido como la capacidad colectiva que tienen los grupos de trabajo para la toma de decisiones y para el cumplimiento de objetivos de beneficio común. Asimismo, hay que señalar que el capital social, como estrategia, considera el hecho de facilitar la actividad productiva, busca reconocer el conocimiento local, está basado en redes estrechas y de confianza y en el conocimiento compartido, se sustenta en normas, reglas y expectativas, además lleva a generar una actividad recurrente y se puede formar sin recursos económicos [22, 23, 24].

La diversidad de conceptos y definiciones de capital social dan apertura a realizar un análisis y definir uno propio que describa el capital social y que incluya los elementos necesarios para su vinculación hacia la sustentabilidad. Así, mediante un análisis de contenido se construyó una definición y es la que sigue [22, 23, 7, 24, 15]:

“Capital social son los recursos reales y potenciales que poseen los grupos de personas integradas por una red duradera de conocimiento. Se constituirá por estrategias colectivas de corto y largo plazo. Su construcción se basa en cambios en el conocimiento y relaciones entre las personas para fortalecer la relación de confianza, productividad, normas, expectativas, decisiones colectivas y el interés común a problemas locales. Sus dimensiones son la ética, asociatividad, confianza, conciencia cívica, y el bien común”.

Un indicativo más de que el capital social tiene vías a la sustentabilidad es su relación directa con los estilos de vida sustentables; tema abordado con aspectos de trabajo en grupo donde se enfatizan las interacciones sociales que dan origen al capital social [25]. Así mismo, se aborda como marco de medios de vida rurales sostenibles, donde se recurre al capital social, además del humano, económico y natural [26] o bien, desde la psicología como herramienta conductual que se fortalece con el altruismo, la frugalidad y la conducta proecológica (Figura 2) [27].



Figura 2. Esquemas de estilo de vida sustentable. Fuente: Elaboración propia con base en [25, 26, 27].

A nivel internacional opera el Grupo de Trabajo sobre Estilos de Vida Sustentables o Proceso Marrakech del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA), establecido en respuesta a la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de 2002. Están constituidos por nueve proyectos de 43 países, entre ellos México [25]. Este conjunto de proyectos tiene como base un esquema de vida sustentable (Figura 3), directamente relacionado con aspectos de conducta, psicológicos, política, normas, e incluyendo el capital social, elemento adicional que nos marca su relación con la sustentabilidad.

En materia de ecotecnologías para tratar las aguas residuales, las tendencias actuales de los investigadores son más críticas con respecto a las tecnologías consumidoras de recursos naturales, por lo que se han generado iniciativas de replanteamiento tecnológico como lo son precisamente las ecotecnologías, “un movimiento que reconoce los impactos socio-ecológicos negativos del capitalismo post-industrial y busca promover alternativas que contribuyan a la sustentabilidad” [28, p. 193]. Desde esta definición es perceptible la vinculación de las ecotecnologías con beneficios sociales y ambientales, por lo tanto, con el desarrollo sustentable.

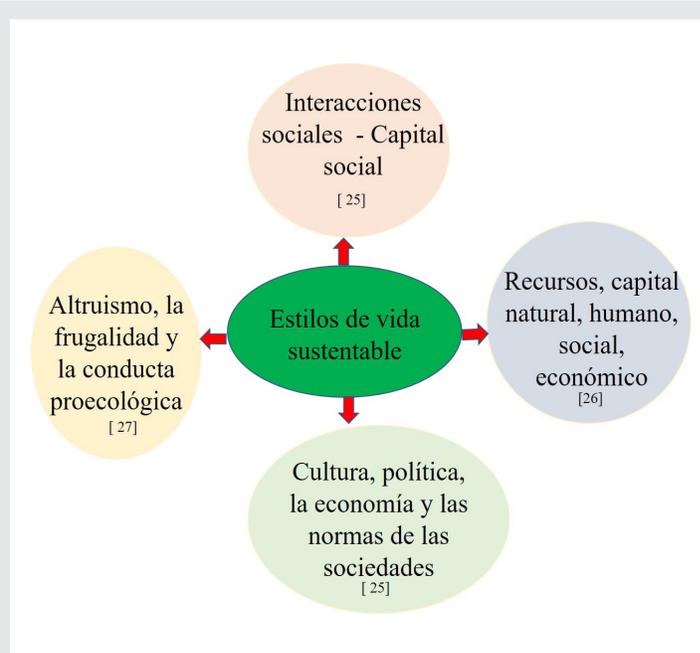


Figura 3. Elementos de estilo de vida sustentable. Fuente: Elaboración propia con base en [25, 26, 27].

Ecotecnología de humedales construidos

Una de las ecotecnologías para tratar las aguas residuales son los HC, consisten en una serie de celdas en paralelo rellenas de un material granular o poroso, donde se siembra vegetación con propiedades fitoremediadoras y tengan raíces que resistan el agua a tratar [29, 41, 42]. En estos sistemas, el agua residual se hace pasar por las celdas, ya sea de forma horizontal

o vertical, a un tiempo de retención que generalmente va de 3 a 7 días, el proceso de limpieza se lleva a cabo por acción microbiana que se desarrolla en el medio granular y entre las raíces tanto en procesos aerobios como anaerobios, donde se involucran otros procesos físicos y químicos dados en el medio poroso y través de la vegetación [29].

Los sistemas de HC son considerados como de tratamiento rentable, ya que pueden eliminar una amplia gama de contaminantes a un bajo costo, debido a que no requieren del uso de químicos, energía eléctrica para la operación, ni mano de obra de personal altamente especializado. Por lo tanto, pueden aplicarse con éxito para el tratamiento de aguas residuales en localidades con baja densidad de población o gran disponibilidad de tierras como espacio para su construcción [30], por estas características, es notable su viabilidad para funcionar en zonas rurales.

Es de gran interés el estudio de los HC y ha sido motivo de una amplia gama de investigaciones. Los proyectos se han clasificado como pilotos con fines académicos, comunitarios en pequeñas localidades o con fines de tratar aguas residuales de origen industrial o de residuos químicos, por ser aplicables al tratamiento de descargas de aguas residuales de diversas fuentes, así como para remediar contaminantes químicos, médicos, metales pesados e hidrocarburos, por medio del uso de los sustratos y cultivo de especies vegetales fitorremediadoras.

Es común el uso de plantas o procesos de fitoremediación en los sistemas de HC que operan con eficiencias aptas para el tratamiento de aguas residuales [43, 44]. En las zonas rurales de México la problemática del saneamiento es escasamente atendido [2] y es fuente de problemas de salud de la población, deterioro de las fuentes de agua donde se vierten y se restringe la disponibilidad del agua de calidad para las actividades socioeconómicas.

Al respecto el capital social es una estrategia que permite contribuir al desarrollo rural y dar atención a las problemáticas particulares. Se ha relacionado con la sustentabilidad aportando beneficios sociales, económicos y ambientales, sin embargo, no se ha relacionado directamente con la problemática de la contaminación del agua y su saneamiento. Este factor es importante por el rol que juegan los recursos hídricos en el desarrollo.

El uso de los HC para el saneamiento de aguas residuales mediante el uso de plantas fitorremediadoras ornamentales es viable en comunidades rurales, sin embargo, no existe el interés para su construcción y operación para dar servicio a las localidades. El desconocimiento de su funcionamiento es uno de los principales factores, así como el escaso interés de las au-

toridades gubernamentales por apoyar las tecnologías alternativas.

El capital social relacionado con la ecotecnología de humedales no ha sido debidamente explorado como una estrategia que contribuya al desarrollo rural sustentable en materia de recursos hídricos, por lo que existe la oportunidad de aplicar el binomio recurriendo a la formación del capital social necesario para fortalecer un grupo o colectivo, conformado principalmente por grupos vulnerables, que tengan como objetivo operar y administrar los HC.

Las características del capital social y de los HC, facilitan diferentes aspectos que contribuyen a la sustentabilidad. En el campo social contribuyen a visualizar el bien común como lo es la conservación del recurso hídrico, a formar una cultura para la toma de decisiones colectivas, al operar y administrar los HC, fomentan la organización social al trabajar como grupo o colectivo, combaten la desigualdad al proporcionar al grupo poder de gestión. Específicamente, contribuyen a reducir la brecha de la desigualdad social al trabajar con grupos vulnerables y equidad de género.

En el aspecto económico, los proyectos tienen la capacidad de reducir la desigualdad económica al conocer los beneficios que otorga el aprovechamiento de las plantas fitorremediadoras, al ser comercializadas para uso ornamental o artesanal. Asimismo, al difundir el proyecto en eventos sociales, científicos y culturales.

En el aspecto ambiental el beneficio será directo a la preservación de los ecosistemas, al reducir los niveles de contaminación de los cuerpos de agua, fuente de vida para las especies vegetales y animales, así como por un mejor uso del agua al intercambiar aguas de primer uso por aguas saneadas, esto es por el reúso del agua, misma que puede ser utilizada.

Por lo anterior expuesto, en definitivo, capital social y ecotecnologías de HC son complementarios para el saneamiento de las aguas residuales de localidades rurales. Contribuyendo así al desarrollo rural sustentable. Al respecto, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en las Memorias de la segunda conferencia panamericana en sistemas de humedales para el manejo y tratamiento de la calidad del agua del año 2014 [31], reporta 21 estudios del manejo de HC, donde 14 son de fitoremediación, de estos procesos cuatro se realizaron en México.

En general, diversos autores [32, 33, 28, 4, 29, 34, 35, 36] coinciden en que las ecotecnologías de HC son un medio para contribuir a la sustentabilidad debido a las características de sus procesos físicos, químicos y biológicos. Por otra parte, las plantas utilizadas pueden tener propiedades ornamentales que son aprovechadas por su potencial florístico y artesanal, por lo

que también constituye una fuente de ingresos en las comunidades, así como permitir el cambio del uso de aguas de primer uso por aguas provenientes del reúso del agua tratada, lo que conforman beneficios sociales, económicos y ambientales (Figura 4).

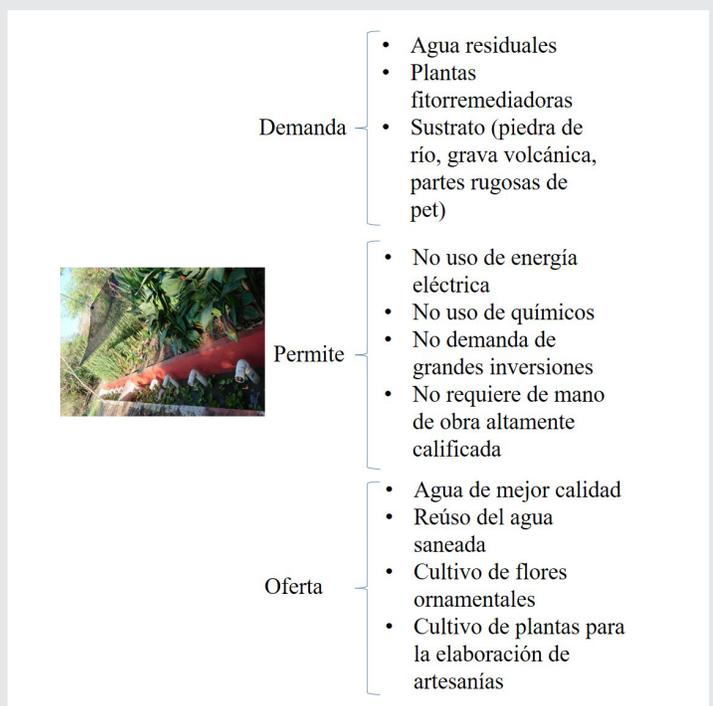


Figura 4. Humedales artificiales como procesos sustentables.

Las plantas ornamentales al producir flores vistosas proporcionan un potencial florístico que da una buena imagen de los HC simulándolos como jardineras. Algunas especies evaluadas en cuanto a la eficiencia de remoción son: ave de Paraíso (*Strelitzia reginae*), alca-traz (*Zantedeschia aethiopic*), maraca (*Zingiber spec-tabile*), cuna de moisés (*Spathiphyllum wallisii*), bastón del rey (*Etlingera elatior*), heliconia (*Heliconia rostrata*), gladiolo (*Gladiolus spp*), jengibre rojo (*Alpinia purpura-ta*), platanillo (*Pontederia sagittata*), anturio (*Anthurium sp.*), lirios (*Hemerocallis*), caña de la india (*Canna hy-brids*), totora (*Typha spp*), etc. [29, 33, 36, 41, 42].

La utilidad de las plantas que producen flores se incre-menta por su uso para elaborar arreglos florales que pueden comercializarse, algunas de estas especies también tienen uso artesanal para la construcción de muebles tejidos y canastas. Siendo que el potencial florístico es de gran interés para académicos e inves-tigadores, se han desarrollado metodologías como la de Potencialidades Artesanales hacia la Revalorización y Empresarialidad (P.A.R.E.) “una herramienta para el inventario de las potencialidades basada en capitales, entendiéndose que el aprovechamiento eficiente de las potencialidades individuales generan una fuerza motora social que ayuda al cumplimiento de un desarrollo hu-mano sostenible” (Campaña et al., 2015: p 2).

Por todo lo anterior, el manejo de HC, la fitorremedia-ción y el aprovechamiento del potencial ornamental de las plantas cultivadas cumplen con las tres condiciones básicas relacionadas a la sustentabilidad, con facto-res como la organización social para la construcción y operación de los HC, el reúso del agua tratada, lo que contribuye al uso racional de los recursos naturales y la comercialización en el mercado local de los productos generados, lo que implica un ingreso familiar. Estas es-pecies, por sus características, son de gran interés en actividades ornamentales y con viabilidad económica [38-40].

CONCLUSIONES

En las zonas rurales de México la problemática del sa-neamiento de las aguas residuales es escasamente atendido y es fuente de problemas de salud a la pobla-ción, deterioro de las fuentes de agua donde se vierten y se restringe la disponibilidad de agua de calidad para todas las actividades.

La alternativa viable para solventar la problemática es el uso de los HC para el saneamiento de aguas resi-duales usando plantas fitorremediadoras ornamentales, aplicable a comunidades rurales por sus característi-cas amigables con el medio ambiente y su bajo costo de construcción, operación y mantenimiento, además de que cumple con los ejes sustentable ambientales, económicos y sociales, sin embargo, no existe el inte-rés para su construcción y operación, uno de los moti-vos es el desconocimiento de la ecotecnología, de su funcionamiento es uno de los principales factores, así como el escaso interés de las autoridades gubernamentales por apoyar las tecnologías alternativas.

Al respecto el capital social es una estrategia que per-mite contribuir al desarrollo rural y dar atención a las problemáticas particulares. Se ha relacionado con la sustentabilidad aportando beneficios sociales, econó-micos y ambientales, sin embargo, no se ha relaciona-do con la problemática de la contaminación del agua y su saneamiento. Este factor es importante por el rol que juegan los recursos hídricos en el desarrollo.

El capital social relacionado con la ecotecnología de humedales no ha sido debidamente explorado como una estrategia que contribuya al desarrollo rural susten-table en materia de recursos hídricos, por lo que exis-te la oportunidad de aplicar el binomio recurriendo a la formación del capital social necesario para fortalecer un grupo o colectivo, conformado principalmente por grupos vulnerables, que tengan como objetivo operar y administrar los HC.

Las características del capital social y de los HC, facili-tan diferentes aspectos que contribuyen a la sustenta-bilidad. En el campo social para la implementación de proyectos de HC la participación social debe contribuir

a visualizar el bien común como lo es la conservación del recurso hídrico, a formar una cultura para la toma de decisiones colectivas, al operar y administrar los HC, fomentan la organización social al trabajar como grupo, combaten la desigualdad al proporcionar al grupo poder de gestión. Específicamente, contribuyen a reducir la brecha de la desigualdad social al trabajar con grupos vulnerables y equidad de género.

Asimismo, la participación social debe organizarse para participar en los procesos de construcción de los HC, para posteriormente participar activamente en la operación y mantenimiento de los sistemas, además los grupos o colectivos de trabajo deben empoderarse en la gestión para tener acceso a los apoyos económicos necesarios para garantizar la permanencia de los sistemas de la participación social.

En el aspecto económico, los proyectos tienen la capacidad de reducir la desigualdad económica al conocer los beneficios que otorga el aprovechamiento de las plantas fitorremediadoras, al ser comercializadas para uso ornamental o artesanal. Asimismo, al difundir el proyecto en eventos sociales, científicos y culturales.

En el aspecto ambiental el beneficio será directo a la preservación de los ecosistemas, al reducir los niveles de contaminación de los cuerpos de agua, fuente de vida para las especies vegetales y animales, así como por un mejor uso del agua al intercambiar aguas de primer uso por aguas saneadas, esto es por el reúso del agua, misma que puede ser utilizada.

Por lo expuesto, capital social y ecotecnologías de HC son complementarios para el saneamiento de las aguas residuales de localidades rurales. Contribuyendo así al desarrollo rural sustentable.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo otorgado para el desarrollo de la investigación, al El Colver y a la Academia de Desarrollo Regional Sustentable, por las facilidades prestadas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] ONU (Organización de las Naciones Unidas). *Resolución A/RES/70/1 Transformar Nuestro Mundo: La Agenda 2030 Para el Desarrollo Sostenible*. New York, NY, USA: Naciones Unidas, 2015.

[2] CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*, México: Gobierno de la República de México, 2018.

[3] Marín-Muñiz, J.L., Zitácuaro-Contreras, I. y Palma-Cabrera, E.M. (2021). *Participación comu-*

nitaria para la implementación de humedales para limpiar el agua residual. En: *Miradas Colectivas. Rutas y aportes a la sustentabilidad: CÓDICE, 2021, 103-115.*

[4] Marín-Muñiz, J. *Remoción de contaminantes de aguas residuales por medio de humedales artificiales establecidos en el municipio de Actopan, Veracruz, México*. *Rev. Mex. Ing. Química*. 15: 553-563. 2016.

[5] DOF (Diario Oficial de la Federación), *REGLAS de Operación para el Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2021*. México: Gobierno de la República de México, 2020.

[6] CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). *Numeragua*. México: Gobierno de México, 2018.

[7] Ostrom, E. *El Gobierno de los Bienes Comunes. La Evolución de las Instituciones*. México: Fondo de Cultura Económica, 2000.

[8] INEGI (Instituto Nacional de Información Estadística y Geográfica), *Distribución de la Población por Tamaño de Localidad y su Relación con el Medio Ambiente*. México: Gobierno de la República de México. 2015.

[9] CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*. México: Gobierno de la República de México, 2014.

[10] Tancara, C. *La investigación documental*. *Temas sociales*. 17: 91-106. 2013.

[11] Espín, J. *El análisis de contenido: una técnica para explorar y sistematizar información*. *Revista de Educación*. 4: 95-105. 2002.

[12] Stemler, S. *Content analysis*. In: Scott, R. and Kosslyn, S. *Emerging trends in the social and behavioral sciences: An Interdisciplinary, Searchable, and Linkable Resource*. John Wiley y Sons, Inc. NJ. 2015.

[13] Baquero, M. *Desarrollo sostenible, capital social y empoderamiento en América Latina en el siglo XXI*. *Otra economía*. 5(8): 3-18. 2011.

[14] Lugo-Morin, D. *El capital social en los sistemas territoriales rurales: avance para su identificación y medición*. *Estudios Sociológicos*. XXXI (91): 167-202. 2013.

[15] Kliksberg, B., y Rivera, M. *El capital social movilizad*o contra la pobreza. Buenos Aires. Clacso. 2007.

- [16] Lutz, B. *El capital social en discusión. Caso del desarrollo rural en México. Pampa. Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*. 7: 69-94. 2011.
- [17] Portes, A., *Social capital: Its origins and applications in modern sociology. Annual review of sociology*. 24(1): 1-24. 1998.
- [18] Bridger J. y Luloff, A. *Building the Sustainable Community: Is Social Capital the Answer? Sociological Inquiry*. 71(4): 458-472. 2001.
- [19] Villegas, M. *Desarrollo sostenible, capital social y municipio. Aproximación a la configuración del municipio como agente de desarrollo. Provincia*. 9: 55-68. 2002.
- [20] L. Portales, *Capital social y pobreza multidimensional, el caso de hogares pobres en Monterrey, México. Convergencia Revista de Ciencias Sociales*. 21(66): 39-63. 2014.
- [21] Hernández, G. *El capital social para la conservación de biodiversidad. Dos casos de estudio en la selva lacandona. El Colef. Cd. Méx., México*. 2016.
- [22] Bourdieu, P. *The Forms of Capital*. In: J.E. Richardson (ed), *Handbook of Theory of Research for the Sociology of Education*. Greenwood Press. Connecticut. 1986.
- [23] Coleman, J. *Social Capital in the Creation of Human Capital. The American Journal of Sociology*, 94: 95-120. 1988.
- [24] Flores, M. y Rello, F. *Capital Social Rural Experiencias de México y Centroamérica. CEPAL*. 2002.
- [25] Ministry of development of Sweden. *Grupo de trabajo sobre estilos de vida sustentables. Sweden: Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, 2010.
- [26] Scoones, I. *Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis*. Sweden: Institute of Development Studies. 1998.
- [27] Corral, V., Tapia, C., Fraijo, B., Mireles, J. y Márquez, P. *Orientación a la sustentabilidad como determinante de los estilos de vida sustentables: un estudio con una muestra mexicana. Revista Mexicana de Psicología*. 25(2): 313-327. 2008.
- [28] Ortiz, J., Malagón, S., y Masera, O. *Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el sur global. Interdisciplina*, 3(7): 193-215. 2015.
- [29] Marín-Muñiz, J. *Humedales construidos en México para el tratamiento de aguas residuales, producción de plantas ornamentales y reúso del agua. Agroproductividad*, 10: 90-95. 2017.
- [30] Machado, I., Beretta, M., Fragoso, R. y Duarte, E. *Overview of the state of the art of constructed wetlands for decentralized wastewater management in Brazil. Journal of Environmental Management*. 187: 560-570. 2017.
- [31] IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). *Sistemas de humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua. Memorias de la Segunda Conferencia Panamericana en Sistemas de Humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua. IMTA*. 2014.
- [32] Zurita, F., De Anda, J y Belmont, M. *Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands. Ecological Engineering*, 35(5): 861-869. 2009.
- [33] F. Zurita, J. P. Vázquez, J. P. Bautista, A. A. Ramírez, O. M., Cornejo, y W. Ramírez. *Humedales subsuperficiales de flujo horizontal plantados con Zantedeschia aethiopica e Iris sibirica para la remoción de arsénico de aguas para consumo humano. En A, Rivas y D. Paredes Memorias de la Segunda Conferencia Panamericana en Sistemas de Humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua IMTA*. 126-128. 2014.
- [34] Pedraza, M. *Organización comunitaria para el manejo común: El caso del humedal artificial de Pinoltepec, Municipio de Emiliano Zapata, Veracruz. El COLVER, Xalapa, Ver. Méx.* 2015.
- [35] Pedraza, M. *Análisis de la dinámica género-gobernanza en instituciones comunitarias de manejo común de recursos. Estudio de caso en Pinoltepec, Municipio de Emiliano Zapata, Ver., México. El COLVER, Xalapa, Ver., México*. 2017.
- [36] Sandoval, L., Marín-Muñiz, J., Alvarado, A., Castelán, R. y Ramírez, D. *Diseño de un Mesocosmos de Humedal Construido con Materiales Alternativos para el Tratamiento de Aguas Residuales en la Comunidad de Pastorías Actopan, Ver. In Congreso Interdisciplinario De Ingenierías*. 2016.
- [37] Campaña, M., Molina-Quinteros, C. y Romero, A. *Las potencialidades artesanales. Un análisis desde la perspectiva de desarrollo sostenible para su revalorización y empresarialidad turística. Retos Turísticos*. 14(1). 2015.

- [38] Pato, A., Condés, L., y Vicente, F. *Introducción al Cultivo del Anthurium para Flor cortada en la Región de Murcia; Comunidad Autónoma de la Región de Murcia: España: Murcia, 2007.*
- [39] Pato, A., Condés, L., y Vicente, F. *Ensayo de Zantedeschia Híbrida en Perlita; Comunidad Autónoma de la Región de Murcia: Murcia, España: 2007.*
- [40] Castillo, T. *Viabilidad económica del cultivo de la flor de anturio y esquemas de comercialización. Temas de Ciencia y Tecnología. 15(48): 19-25. 2012.*
- [41] Sandoval-Herazo, L.C., Alvarado-Lassman, A., Marín-Muñiz, J. L., Méndez-Contreras J.M. y Zamora-Castro. S.A. *Effects of the Use of Ornamental Plants and Different Substrates in the Removal of Wastewater Pollutants through Microcosms of Constructed Wetlands, Sustainability. 2018, 10(5), 1-19. DOI: 10.3390/su10051594.*
- [42] Sandoval, H. L.C., Marín-Muñiz, J. L., Adame-García, J., 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), 224-228. 2020, doi/10.2166/wh.2020.232/665478/jwh2020232.pdf.*
- [43] Marín-Muñiz, J. L., García-González, M. C., Ruelas-Monjardín L. C., y Moreno-Casasola, P. *Influence of different porous media and ornamental vegetation on wastewater pollutant removal in vertical subsurface flow wetland microcosms. Environmental Engineering Science. 2018, 35(2), 88-94.*
- [44] Sandoval, H. L. C., Zamora-Castro, S.A., Vidal-Álvarez M. y Marín-Muñiz. J. L. *Role of Wetland Plants and Use of Ornamental Flowering Plants in Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. A Review. Applied Sciences. 2019, 9, 1-17. DOI:10.3390/app904068*