

Diagnóstico de conocimiento sobre los servicios de agua potable y saneamiento en Palmas de Abajo, Actopan, Veracruz. Implicaciones y acciones para el manejo del agua

<https://doi.org/10.59307/erne2.357>

<https://orcid.org/0009-0001-5949-7416>

<https://orcid.org/0000-0002-7814-8449>

<https://orcid.org/0000-0002-4081-5373>

<https://orcid.org/0009-0009-4727-9065>

<https://orcid.org/0000-0002-5237-6320>

López-Roldán, A./ El Colegio de Veracruz

Marín-Muñiz, J.L./ El Colegio de Veracruz

Losada-Rodríguez, N.A./ El Colegio de Veracruz

Ramos-Pérez, Y./ El Colegio de Veracruz

Zamora-Castro, S./ Universidad Veracruzana

Resumen

El tratamiento de agua residual es muy escaso en algunas zonas de Veracruz, por lo que se considera una problemática actual importante derivado de la contaminación ambiental, sumado a que no hay suficiente disponibilidad de agua en condiciones para su consumo. Un caso particular es en las áreas rurales, por lo que el objetivo de esta investigación es indagar sobre las condiciones en las que se encuentran los habitantes de la zona rural Palmas de Abajo del municipio de Actopan del Estado de Veracruz, México en cuanto a cuestiones hídricas y sistema de tratamiento para limpiar las aguas residuales. El análisis realizado indica que los pobladores no sufren de sequía en ninguna temporada del año, ya que, gracias a sus pozos no hay problema de desabasto para la comunidad.

Por otro lado, se detectó que en la zona rural Palmas de Abajo no cuentan con sistemas para tratar sus aguas residuales y desconocen totalmente sobre alternativas para solucionarlo. La principal preocupación por sanear las aguas está ligada a la mejora del pueblo, lo estético y los malos olores, ya que las descargas se vertían en la entrada de la comunidad, más que a los daños ecológicos que éstas generan hacia el área de escurrimiento: una laguna turística y de pesca. Por ello, se considera idóneo la gestión sumada entre la comunidad, autoridades y academia de un humedal construido como sistema sustentable para tratar aguas residuales, sumado a estrategias de educación ambiental que integren el manejo del recurso hídrico y el uso de humedales de tratamiento para limpieza y reuso del agua, como alternativa que favorezca el desarrollo rural.

Palabras clave: tratamiento de agua residual, participación comunitaria, educación ambiental, humedal construido y desarrollo rural.

Diagnosis of knowledge about drinking water and sanitation services in Palmas de Abajo, Actopan, Veracruz: Implications and actions for water management

Abstract

Wastewater treatment is very scarce in some areas of Veracruz, which is considered an important current problem due to environmental contamination, in addition to the fact that there is not enough water available for consumption. A particular case is in rural areas, so the objective of this research is to investigate the conditions in which the inhabitants of the rural area of Palmas de Abajo in the municipality of Actopan in the State of Veracruz, Mexico are in terms of water issues and the treatment system for cleaning wastewater. The analysis carried out indicates that the inhabitants do not suffer from drought in any season of the year, since, thanks to their wells, there is no problem of shortage for the community. On the other hand, it was detected that in the rural area of Palmas de Abajo they do not have systems to treat their wastewater and are totally unaware of alternatives to solve this problem. The main concern for cleaning up the water is linked to the improvement of the town, aesthetics and bad odors, since the discharges are dumped at the entrance to the community, rather than the ecological damage they cause to the runoff area: a tourist and fishing lagoon.

For this reason, it is considered ideal for the community, authorities, and academia to jointly manage a constructed wetland as a sustainable system to treat wastewater, in addition to environmental education strategies that integrate water resource management and the use of wetlands for water cleaning and reuse, as an alternative that favors rural development.

Key words: biorremediation, treatment wetland, community participation, environmental education.

Introducción

El agua es un recurso vital para los seres humanos, sin él la humanidad no podría habitar en el planeta (Fernández, 2012), es necesario que la sociedad sea consciente del uso que se le da al agua, no únicamente al consumirla, sino también considerar cómo es que nos deshacemos de ella, es decir, cuál es su destino después de utilizarla en los hogares, en la industria, en las instituciones, en las zonas urbanas y rurales.

La sociedad hace uso diario del recurso hídrico, sin embargo, en su condición potable no es finito (Monforte y Cantú, 2009), paulatinamente la disponibilidad del líquido en condiciones óptimas de consumo disminuye (Fernández, 2012; Sánchez et al., 2020), tomando esto en cuenta, es necesario que el agua sea tratada después de su uso tanto en zonas urbanas como rurales y así poder reutilizarla para usos secundarios.

En zonas rurales es común que no exista algún sistema para tratar las aguas residuales (Zurita-Martínez et al., 2011), ya sea por su bajo número de población o por su dispersión, por lo que es común que en estos sitios las descargas de aguas residuales se realicen a cielo abierto, sin embargo, no sólo existe una zona rural, tan sólo a nivel nacional, en México existen 185,243 sitios rurales (≤ 2500 habitantes) (INEGI, 2020), por lo que es necesario implementar algún sistema para tratar las aguas residuales y reutilizar las aguas tratadas ante la escasez del vital líquido.

Existen diversos sistemas para tratar las aguas residuales (Zurita-Martínez et al., 2011), en la actualidad se debe pensar en construcciones amigables con el medio ambiente, para que estas estructuras coadyuven a mitigar el calentamiento global y sean socialmente aceptadas. Los sistemas tradicionales no son muy funcionales en zonas rurales, ya que, estos necesitan personal capacitado para su operación y necesitan funcionar con energía eléctrica.

Como ejemplo, Hernández (2016), hace una comparación y menciona que el costo de la construcción de una planta de tratamiento de Xaltianguis Guerrero de lodos activados fue de \$5,965,000.00 pesos mexicanos, mientras que el costo de construcción de un humedal de tratamiento, que es una solución basada en la naturaleza (SbN), implementado en Pinoltepec, Veracruz fue de \$140,000.00 pesos mexicanos. Por otro lado, en Xaltianguis el costo de operación por mes fue de \$38,880.00 pesos mexicanos y en Pinoltepec no hubo gastos operativos mensuales derivado de la participación comunitaria y porque la SbN no requiere energía eléctrica. Por lo anterior, es importante pensar en implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales de bajo costo y amigables con el medio ambiente como los humedales construidos.

Ante lo descrito, resulta pertinente la búsqueda de alternativas ecológica y económicamente viables para limpiar las aguas residuales. Se ha reportado que los sistemas para tratar las aguas residuales como los humedales construidos son sistemas idóneos para las zonas rurales (Morales et al., 2013), son de fácil operación y no requieren de mucho capital económico para su construcción. A pesar de que se han implementado dichos sistemas, son poco conocidos por las sociedades, por lo que su difusión también es pertinente.

Derivado de lo anterior, hay un caso en particular en la localidad Palmas de Abajo, del Estado de Veracruz, México. La problemática radica en que no existe un sistema de tratamiento para las aguas residuales, lo que genera contaminación socio-ambiental, estas aguas cuentan con residuos de desechos cloacales que fácilmente vulneran de enfermedades graves a la población (Domínguez-Narváez et al., 2023), aunado a esta cuestión, la ausencia de un sistema para tratar el recurso hídrico ocasiona malos olores en la zona, mosquitos y una mala apariencia en el pueblo. Así, solucionar estas problemáticas requiere, de primera instancia, identificar lo que hay y la necesidad de remediarlo, los recursos o apoyos para atenderlo, así como tener la disposición de participar en la solución.

De ahí que, este estudio plantea como objetivo indagar inicialmente sobre los usos y conocimientos del agua en la comunidad, así como de la problemática de las aguas residuales y de opciones para remediarlo. Esto servirá de primer paso para establecer estrategias de intervención a la problemática y de la forma de participación comunal.

Metodología

Área de estudio

Palmas de Abajo (figura 1) es una comunidad que pertenece al municipio de Actopan del Estado de Veracruz, México, se encuentra a una altitud aproximada de 70 metros sobre el nivel del mar, a una latitud de 19.590833 y longitud -96.435833. En la comunidad se han contabilizado 988 habitantes en 338 viviendas habitadas (INEGI, 2020). Considerando el número de viviendas se determinó el tamaño de muestra para las entrevistas, utilizando la ecuación de poblaciones finitas (Rojas et al. 2014) (ecuación 1):

$$n \geq \frac{Nz_{1-\alpha/2}^2 PQ}{z_{1-\alpha/2}^2 PQ + d^2 (N-1)}$$

donde n: tamaño de la muestra; N: tamaño de la población; z: valor correspondiente, a la distribución de Gauss (1,96); p: proporción poblacional estimada; d: precisión (0,05); nivel de confianza, (95%). Se obtuvo un tamaño de muestra de 84 sujetos.

Fig 1. Ubicación área de estudio,



Fuente: elaboración propia con imágenes de Google maps.

Las 84 entrevistas de tipo semi-estructuradas aplicadas fueron para identificar si en la comunidad existe alguna problemática en cuestión del recurso hídrico. Las cuales se clasificaron en 4 secciones; (1) Datos generales del entrevistado, 2) Hidrología de Palmas de Abajo, 3) Sistema de tratamiento de agua y 4) Apoyo de la comunidad).

Para las entrevistas se hizo contacto con la H. Junta de Mejoras de la comunidad, grupo encargado en el pueblo de las actividades socio-culturales, quienes acompañaron a realizar las entrevistas en un esquema de trabajo participativo para generar familiaridad con la comunidad.

Resultados y discusión

La población entrevistada (figura 2a) fue mayormente del género femenino (69%), esto puede deberse a que en las horas que se realizaron las entrevistas (9:00 – 15:00), los hombres se encontraban en actividades laborales, las mujeres son quienes normalmente son asignadas para realizar los quehaceres del hogar (Sandoval-Carvajal y Cordero, 2022). Sin embargo, actualmente las mujeres rurales también tienen un papel importante en el crecimiento de sus comunidades (Rodríguez, 2015), ellas pueden realizar otras actividades de trabajo que generen ingresos monetarios a la comunidad.

Sólo el 31% de la población entrevistada fueron hombres, sus principales trabajos o ingresos se relacionan con la ganadería, agricultura y pesca. Guzmán-González *et al.* (2005) mencionan que la actividad principal de un jefe de hogar en zonas rurales es la agricultura, dado que comúnmente en tales áreas la fertilidad de los campos es muy alta, cabe mencionar que el clima de la zona es apto para el desarrollo de diversos cultivos.

Es importante señalar que al estar desarrollando un tipo de trabajo informal, los jefes de hogar no tienen un horario obligatorio por el cual cumplir, tomando esto en cuenta, es que algunos hombres en la comunidad, pueden

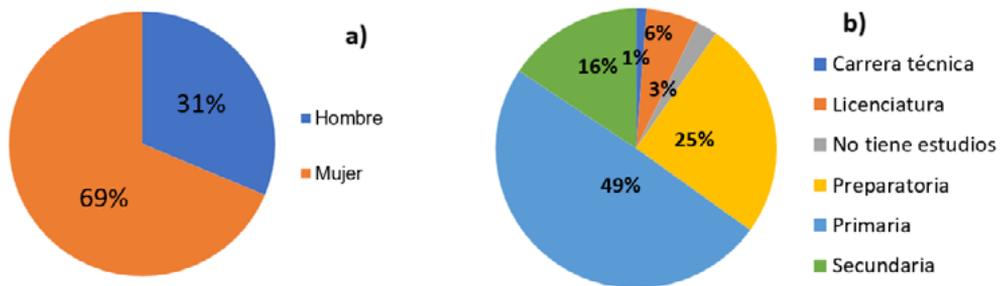
realizar sus tareas en el momento que ellos lo consideren necesario, este tipo de auto trabajos no garantizan la economía de la familia, sin embargo, al implementar el autoconsumo de sus productos, ayudan a estabilizar el estatus familiar (Guzmán-González et al., 2005) mediante sus mismos productos generados.

Por otro lado, se detectó que el nivel de estudios de la población (figura 2b), principalmente terminaron el nivel de primaria (49%), únicamente el 6% de la población tiene alguna licenciatura. Es importante mencionar que el 25% tiene cursada la preparatoria y el 16% secundaria, los alumnos que pertenecen a zonas rurales normalmente es muy difícil que logren alcanzar algún nivel de estudios superior, son muchos los factores, pero principalmente se piensa en el factor económico, ya que, las familias no siempre tienen una estabilidad económica familiar y los hermanos mayores son quienes dejan la escuela para trabajar y apoyar a los hermanos menores en un seguimiento escolar.

Otro motivo por el cual las personas de zonas rurales dejan los estudios es por la incorporación temprana al mundo laboral, dado que, seguir estudiando en comunidades es complicado, principalmente porque en ocasiones el pueblo ya no cuenta con secundaria, o no hay preparatoria, como en el caso de la comunidad en estudio, lo que obliga al estudiante en buscar alguna zona cerca donde haya alguna institución educativa donde pueda continuar con sus estudios, lo que implica gastos de transporte y posiblemente alojamiento, repercutiendo directamente en la familia (López, 2023).

La deserción en la educación rural no es una problemática reciente, desde mucho antes se observan estos problemas en pueblos y comunidades, es una dificultad que tiene el sistema educativo latinoamericano (Hoffman-Martins et al., 2023), sin embargo, la solución es compleja, no se ha podido mitigar esta situación debido a que son muchos los factores que se involucran.

Fig 2. Género (a) y nivel de estudios (b) de los entrevistados



Respecto al tema del agua, fue importante inicialmente indagar lo que los pobladores conocían sobre los recursos hídricos en su región. Al respecto, se encontró que el 94% de la población si conoce de dónde proviene el agua que recibe en sus hogares (figura 3a), comentando que actualmente existe buena comunicación entre ellos y las autoridades locales y por lo tanto conocen diversas cuestiones del pueblo, entre ellas las cuestiones hídricas, y reportando en un 98% que el agua de sus hogares es extraída a través de pozos (figura 3b),

porque no hay ríos u otros afluentes cercanos de agua dulce. Cusihamán *et al.*, (2021) mencionan que en las zonas rurales predominan los niveles de confianza con autoridades locales y líderes vecinales, de acuerdo con las entrevistas realizadas, las personas demuestran un nivel de confianza y buena interacción entre los diferentes actores sociales, lo cual es un buen indicador de posibles trabajos participativos en la solución de problemáticas comunales.

Por su parte, Freedman *et al.*, (2021), aseguran que las sociedades más homogéneas tienen menos disparidades de género, raza, clase, etnia y nacionalidad y tienen más solidaridad entre ellos, son más difíciles de desestabilizar y por lo tanto son más resilientes, el estar organizados y bien comunicados siempre traerá beneficios a las sociedades (Terrazas *et al.*, 2019).

Al respecto de los pozos, en las respuestas se argumenta que en el pueblo hay 4 pozos en total, únicamente 2 están en funcionamiento, uno se encuentra con problemas de azolve y el otro no se encuentra distribuyendo agua porque no está terminado al 100% para la distribución de agua.

Es importante que para el consumo de agua se considera tener las fuentes correspondientes y estas deben poseer dos características principales, una es la buena capacidad para su suministro y la segunda es tener la buena sanidad o calidad de agua para su uso y consumo adecuado (Bautista y Samaniego, 2015), si el agua distribuida no cumple con estas dos características la población podría sufrir de escasez y enfermedades por el uso del agua en malas condiciones. En el caso de esta comunidad, al no tener un río cercano, su fuente de abastecimiento han sido los pozos, los cuales han funcionado para la cantidad total de habitantes.

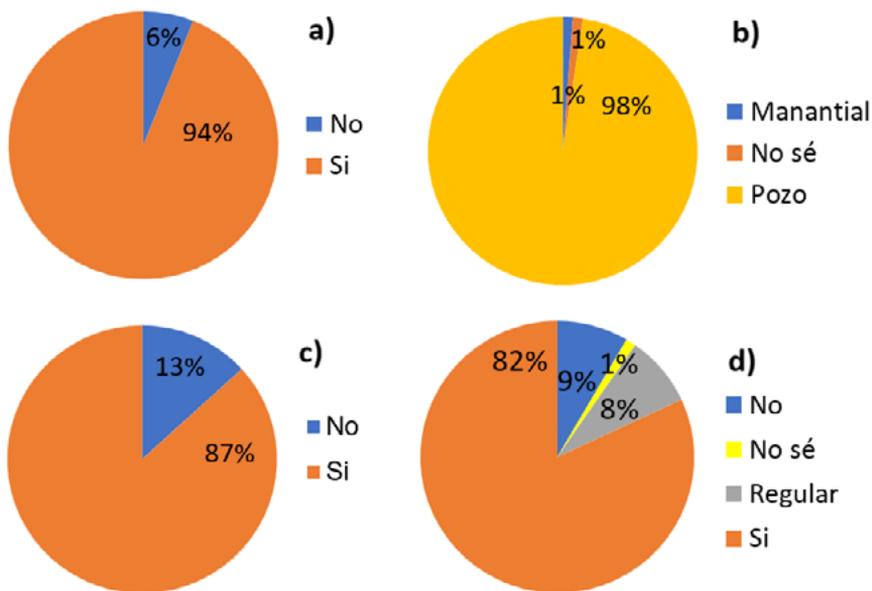
Algunos entrevistados comentaban que unos cuantos vecinos, derivado de que tienen terrenos grandes, tienen su propio pozo y ellos mismos suministran su propia agua, sin embargo, comentan que en algunas fechas como en la época de estiaje no hay suficiente agua, por lo que deben tandeala (se deja de suministrar dos veces a la semana el agua). Actualmente la extracción de agua subterránea es considerada un recurso sobreexplotado, ha alcanzado ya proporciones suficientes de explotación, en algunas zonas puede llegar a provocar hundimientos considerables o agrietamientos (Dorantes *et al.*, 2004) afectando directamente en la cotidianidad de algunas personas.

Al preguntar a la población si existe un tanque de almacenamiento de agua en el pueblo, se detectó que el 87% (figura 3c) sí conoce sobre la existencia de algún espacio destinado para almacenar el recurso hídrico, Guzmán-González *et al.* (2005) mencionan que es fundamental desarrollar infraestructura física de cualquier necesidad que se observe, en ese sentido, la población no muestra alguna inconformidad o disgusto sobre el tanque de agua, por lo que, se infiere que su diseño, proceso y funcionamiento fueron y son realizados de manera idónea. Es importante mencionar que un tanque de distribución de agua tiene como objetivo almacenar el agua para su uso (Bautista y Samaniego, 2015) y en el caso de esta comunidad, resulta vital tenerlo para las temporadas de estiaje donde la cantidad de agua de consumo es menor.

Por otro lado, respecto a la calidad del agua, los resultados revelaron que

82% de los entrevistados consideran que el agua que reciben en sus hogares es de buena calidad (figura 3d), ya que, algunas personas comentan que consumen esa misma agua desde hace años y nunca han tenido alguna problemática respecto a su salud, lo cual les da seguridad para seguirla utilizando. En comunidades rurales de Chiapas, México también cuentan con agua de pozo, la población de igual manera tiene una percepción positiva del recurso (Faviel et al., 2019), sin embargo, puede ser arriesgado que las sociedades consuman ese tipo de agua sin antes realizar análisis de calidad para su consumo.

Figura 3: Porcentaje de respuesta sobre la obtención del agua que consumen (a), fuente de abastecimiento (b), tanque de almacenamiento de agua en el pueblo (c) y sobre la calidad del recurso hídrico (d)



Se encontró que al 81% de la población no le falta agua potable en casa (figura 4a), es decir, que diariamente tienen disponible el recurso para consumirlo, los pobladores comentan que únicamente les llega a faltar el recurso cuando alguna de las bombas se descomponen, lo anterior indica, que cuando hay ausencia del recurso es por fallas en la bomba dentro de los pozos. De igual manera, los habitantes señalan que muy rara vez suele suceder que la bomba se descomponga.

Únicamente el 19% de la población comenta que tiene ausencia de agua. La ausencia de agua cada vez es más frecuente en diversos sitios, la sequía en algunas zonas es muy fuerte, por lo tanto, en algunos sitios las sociedades deben organizarse para realizar tandeos (López-Roldán et al., 2022), en el caso de Palmas de Abajo, se considera que es un sitio en buenas condiciones respecto a la cantidad de agua disponible que tienen en sus pozos, porque no requieren dejar a los habitantes algunos días sin agua por escasez del recurso.

Hatch (2022) menciona que a México se le considera un lugar desértico y con problemas hídricos debido a su escasez, sin embargo, Palmas de Abajo afortunadamente no es un lugar donde haya problemas con el recurso, pero se considera necesario realizar charlas, talleres o algún proceso educativo para informar a la sociedad sobre el problema global que se está observando sobre la falta de agua en otros sitios, con el objetivo de que las personas hagan uso sustentable de él o por lo menos que no lo gasten como si nunca se fuera a terminar.

A pesar de la suficiencia de agua para el hogar en la comunidad, se quiso investigar si contaban con tratamiento de las aguas residuales o si conocían sobre éstas. Al respecto, en la figura 3b se reportó que el 87% menciona que no hay alguna planta de tratamiento de agua, el 11% lo desconoce y el 2% mencionaron que si hay una. Tomando esto en cuenta, es importante que en el pueblo se implemente un sistema de tratamiento de agua para tratar las aguas residuales. De hecho, por mención de los pobladores y con visita en el sitio, se detectó que en el pueblo existe un espacio y una estructura donde llegan las aguas negras, sin embargo, dicha estructura no se observa finalizada y todo el espacio se encuentra lleno de pasto y malos olores, no es más que los inicios de una obra discontinuada y donde sólo ocurre una acumulación de aguas y lodos.

El problema empeora porque dicho terreno de descarga se ubica en la entrada a la comunidad, junto a la carretera, lo cual lo hace permanentemente visible y además el olor es penetrante y constante, mayor aún en días soleados, porque no hay un tratamiento, sólo un área de confinamiento de tales aguas. Además, el flujo que de allí emana, se dirige a arroyos que llegan a la Laguna La Mancha, un área turística y reservorio de peces de consumo regional, poniendo en vulnerabilidad su sanidad. Ante ello se resalta la necesidad de que Palmas de Abajo necesita algún sistema de limpieza de aguas, y se suma que ya hay familias habitando alrededor de esta área.

Las descargas de aguas negras son un gran problema de contaminación, más cuando estas no se tratan de manera correcta (Alfaro-Arrieta, 2023), en la comunidad actualmente no se está tratando ningún porcentaje de las aguas negras. Las plantas de tratamiento son para someter a las aguas a procesos físicos, químicos y/o biológicos y tratar de regresar sus características naturales del agua (Robles-Casillas et al., 2023), o por lo menos disminuir sus porcentajes de contaminantes, para que incluso puedan ser reutilizadas, al menos para irrigación de cultivos.

En el país no existen plantas de tratamiento de agua suficientes para tratar todo el recurso, por lo que hay un gran número de descargas sin control (Dorantes et al., 2004), tomando esto en cuenta, es pertinente que en Palmas de Abajo se desarrolle e implemente alguna planta para tratar las aguas negras. Zitácuaro *et al.* (2021) mencionan que en las zonas rurales en México la problemática de saneamiento es escasamente atendida y puede provocar fuertes problemas de salud.

Con base en lo anterior, a los pobladores se les preguntó si consideran que es necesario instalar un sistema para tratar las aguas residuales del pueblo (figura 4c) y el análisis indica que un 95% piensan que sí es necesario, un 3% mencionaron que no, un 1% mencionó que no sabe y otro 1% describió que le da igual. Derivado de lo anterior, se propone que en Palmas de Abajo se pueda desarrollar algún sistema para tratar las aguas, ya que, es muy necesario para la comunidad y para coadyuvar en la salud socio-ambiental.

Normalmente las plantas de tratamiento de agua tradicionales son muy costosas y requieren de técnicos para su operación, por lo que, esto es motivo de no instalarlas o si se instalan, en ocasiones estas son abandonadas y dejan de funcionar. Sin embargo, actualmente existen otros métodos para limpiar las aguas como los humedales construidos, estos son sistemas que consisten en celdas rellenas de un sustrato que sirva como medio para que la vegetación se ancle y a la vez funcione como filtro para el agua a tratar (Marín-Muñiz, 2017), son sistemas que no requieren de electricidad para su funcionamiento, estos pueden manejar el agua únicamente por gravedad, proveen beneficios ambientales, sociales y económicos (Granados *et al.*, 2019).

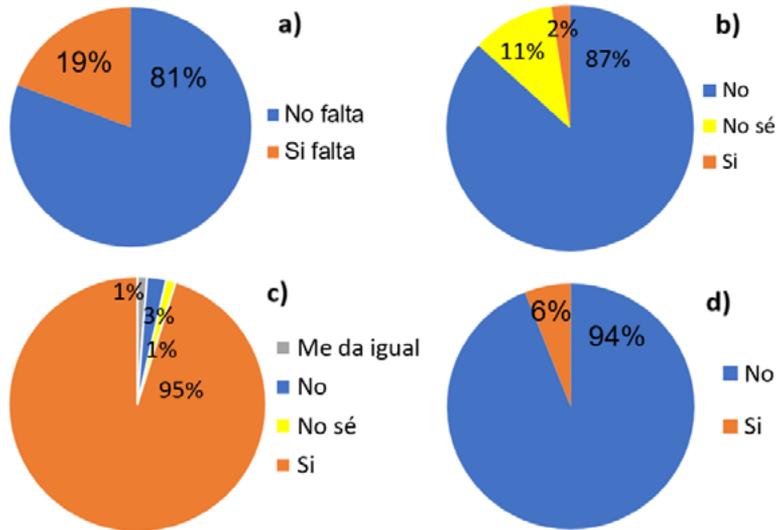
Los humedales construidos actualmente son más implementados por las sociedades debido a ser una tecnología verde, es de bajo costo, fácil de diseñar, construir y operar (Pérez *et al.*, 2022), específicamente estos sistemas son más desarrollados en zonas rurales, ya que, requieren de algún espacio suficiente para la construcción y como se mencionó anteriormente, son de bajo costo. Rivas *et al.* (2011) mencionan que se requiere de un área de 3-4m² por habitante para el sistema de tratamiento del agua por humedales. Pero esto depende en gran medida del tiempo de retención hidráulica (TRH), es decir, del tiempo en que el agua entrante va a tardar dentro del sistema para permitir el tratamiento. Al respecto hay sistemas operando hasta con 12, 24 o 48 horas (Hdidou *et al.* 2022; García-Ávila *et al.*, 2023), donde a tales TRH el área para construcción puede equivaler hasta en 0.5-1m² por persona.

Respecto al conocimiento sobre las alternativas de tratamiento de las aguas, se detectó que el 94% de la población no conoce alguna alternativa que se esté utilizando para el tratamiento de aguas residuales (figura 4d), sin embargo, existen diversos tipos de sistemas para tratar las aguas (Alfaro-Arrieta, 2023), para mitigar la contaminación hídrica la sociedad ha buscado diversas alternativas, entre ellas algunas ecológicas como los humedales construidos, en estos también crecen microorganismos, no únicamente es la presencia de las plantas la que ayuda a remover contaminantes (fitorremediación), sino que lo hacen en conjunto con los microorganismos que se desarrollan tanto en el sustrato de las celdas de humedales, como en las raíces de la vegetación, mediante procesos físicos, químicos y biológicos, razón por la cual es una esta alternativa a la que se le conoce como una solución basada en la naturaleza (López *et al.*, 2022).

Definitivamente los humedales son una alternativa viable para la comunidad Palmas de Abajo, estos sistemas podrían solventar la problemática del recurso hídrico, ya que, en la zona se podrían adaptar diversas plantas por el tipo de clima y no únicamente plantas de humedales, sino también plantas ornamentales (Zitácuaro *et al.*, 2021), que favorezcan la remoción de contaminantes.

Marín-Muñiz, (2017) menciona que la producción de plantas ornamentales en sistemas de tratamientos de agua como los humedales construidos son actualmente objeto de estudio, ya que las plantas ornamentales pueden remover contaminantes y a su vez pueden ser fuente de ingreso para algún grupo social, las plantas al estar en el humedal no sólo limpian el agua, también están produciendo flores o tejido para fines artesanales.

Figura 4: Porcentaje de respuesta sobre si falta agua potable en casa (a), existencia de sistemas de tratamiento de agua residual (b), consideraciones sobre la instalación de un sistema para tratar las aguas residuales del pueblo (c) y conocimiento sobre alternativas que se estén utilizando para el tratamiento de aguas residuales (d)



Por otro lado, también se les cuestionó a los entrevistados de qué manera apoyaría cada familia desde su núcleo familiar en caso de que se instalara algún sistema para tratar las aguas residuales (figura 5) y el 28.91% mencionaron que, con faena, que son reuniones comunales cuyo objetivo es atender alguna problemática, el 25.30% mencionaron que faena y dinero, el 22.89% con dinero, el 15.66% menciona que, si apoyaría con lo que sea, el 3.61 no sabe si apoyaría o no y el 3.61% comenta que no apoyaría en este proceso.

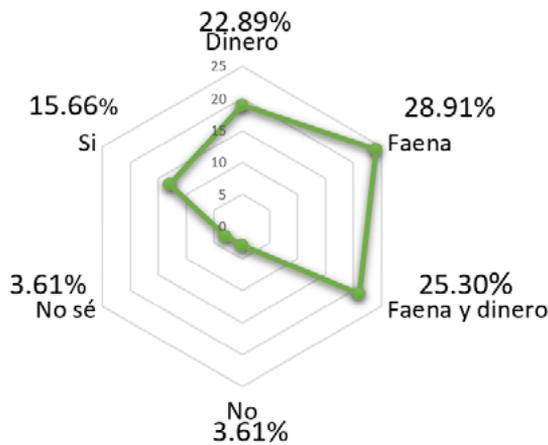
Para la creación de una planta de tratamiento de agua residual como los humedales construidos se requiere de mano de obra y la ventaja es que en este contexto los pobladores están acostumbrados a realizar trabajo pesado, ya que, sus principales actividades son en el campo y requieren fuerza física para su operación, las faenas en zonas rurales principalmente requieren de uso de herramientas, equipos y materiales (Núñez, 2008). Al momento de realizar las entrevistas los pobladores mostraron interés para la participación y apoyo para realizar algunas faenas durante la creación de alguna planta de tratamiento para limpiar sus aguas residuales, lo cual es una ventaja antes de alguna gestión al respecto.

Se observa que los pobladores de Palmas de Abajo están conscientes de la problemática que tienen respecto al agua, comentan que en ocasiones también se sienten apenados cuando algún externo llega a su territorio y lo primero que recibe es el olor de las aguas residuales, como se mencionó, por lo que si les gustaría que alguna planta de tratamiento de agua se instalara en la localidad.

En el contexto rural el trabajo como la faena es una forma de convivencia social, ya que, los sujetos y el elemento material (sus herramientas de trabajo)

están fuertemente relacionados con la motivación grupal, entre los vecinos se quieren sumar a este tipo de trabajos (Amador y Rojas, 2022), de cierta manera es una forma de convivir y reforzar lazos entre la comunidad, al ser una población reducida se conocen entre ellos y su participación es muy valiosa en el momento de realizar faena para algún apoyo en mejora de la comunidad. Además, si se trata de la construcción de un bien para beneficio común, se sentirán apropiados de este si son partícipes en su construcción y operación.

Figura 5: Porcentaje de respuesta sobre de qué manera apoyaría cada familia desde su núcleo familiar en caso de que se instalara algún sistema para tratar las aguas residuales.



Una vez considerado el tema de los sistemas de tratamiento, se indagó sobre si sus aguas fueran tratadas, que consideraciones o beneficios podrían obtener de las aguas tratadas. En ese sentido, se identificó que el 81% de la población dice que el agua tratada se puede utilizar para riego de vegetación, el 13% desconoce para que se puede utilizar el agua tratada y el 6% mencionaron que puede utilizarse para diversas cuestiones como potreros, pisos, baños y ropa. También mencionan que esa agua se podría destinar para el consumo del ganado. Se considera que no es idóneo destinar el agua tratada para lavar ropa ni para el consumo de los animales, ya que, puede ocasionar alguna enfermedad. Aunque el agua es tratada en el sistema, no es 100% libre de contaminantes. Sin embargo, tales respuestas surgen del desconocimiento a fondo de un sistema de tratamiento, por lo que el conocer sobre estas alternativas resulta vital a corto plazo.

Se considera que es bueno que el 81% haya mencionado en una pregunta abierta que podrían utilizar el agua para el riego de vegetación, sin embargo, es importante en caso de que se implemente algún sistema de tratamiento de agua informar a la población sobre que podrían hacer y que no podrían hacer después de tratar el agua, ya que, hay algunas acciones que no se podrían hacer porque podrían ocasionar enfermedades para los pobladores.

Algunas personas utilizan el agua entubada potable para regar las plantas y para limpiar patios (Faviel *et al.*, 2019), sería una buena opción que se utilizaran las aguas grises para regar las plantas y el agua tratada para limpiar los

patios y de igual manera regar plantas, ya que, el agua potable en ocasiones no es muy abundante en algunas zonas, por lo tanto, se considera necesario cuidar el recurso hídrico, concientizar sobre el uso adecuado del mismo y reutilizar lo que se puede tratar.

Salas-Salvadó (2020) menciona que es importante realizar campañas sobre el consumo de agua y enseñar a la población sobre la hidratación, se piensa que en el pueblo Palmas de Abajo sería necesario realizar talleres educativos sobre el agua desde diversas visiones, por ejemplo, su consumo, su uso, captación del recurso, reutilización, tratamiento del líquido y calidad de agua.

Conclusiones

Hay una buena comunicación entre los pobladores de la localidad Palmas de Abajo y se observa de igual manera que existe una buena organización para las faenas que realizan y para tener agua para todos. En la comunidad los pobladores conocen la distribución y la obtención del recurso hídrico para su consumo, sin embargo, en cuestión de tratamiento de sus aguas negras no están involucrados porque desconocen del tema y no saben cómo solucionar o implementar algún sistema para limpiar el recurso líquido, a pesar de tener la necesidad del tratamiento de las aguas, aunque se puntualiza que tal necesidad se deriva principalmente en que la descarga de aguas negras está en la entrada del pueblo y a orillas de la carretera principal, generando malos olores y dejando en una crítica negativa, por los visitantes, a la comunidad, más que describir la necesidad de tratamiento por los problemas ambientales generados y por lo que se ocasiona con el efluente final al llegar hasta una laguna, lo cual no fue mencionado.

Lo detectado demuestra la necesidad realizar talleres de educación ambiental sobre diversos tópicos relacionados con el agua, ya que, al tener disponibilidad del líquido todo el tiempo puede suceder que no usen de manera adecuada el recurso, es decir, desperdicien o no valoren la calidad y cantidad de agua que ellos tienen a su disposición para su uso. De igual manera, es necesario realizar talleres sobre sistemas de tratamientos de agua y cómo es que estos operan. Como ejemplo los humedales construidos, como una opción viable que gestionar para que los pobladores de la localidad limpien sus aguas, y a través de la cual se podrían generar ingresos si en él se siembran plantas ornamentales con valor comercial. Se sugiere que las gestiones necesarias del sistema de tratamiento involucren al sector gobierno y academia en conjunto con la población, para que resulte en un proyecto apropiado por los pobladores y respaldado científica y económicamente.

Bibliografía

- Bautista, A. F. y Samaniego, P. F. (2015). Diseño de un sistema de distribución de agua para consumo humano en Sucamo-Cantón Quijos, provincia de Napo [tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana sede quito] Repositorio Institucional.
- Amador, E. A. y Rojas, J. J. (2022). Formas de trabajo comunitario voluntario en tres comunidades Nahua del municipio de Texcoco, Estado de México y su vinculación con las prácticas de economía solidaria. *Revista vasca de economía social*, 19, 107-136, <https://doi.org/10.1387/gizaekoa.23739>.
- Alfaro-Arrieta, E. (2023). Caracterización de lodos activados en dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) aeróbicas en Costa Rica. *Ingeniería investigación y tecnología*, 24 (3), 1-6, <https://doi.org/10.22201/ifi.25940732e.2023.24.3.019>.
- Cusihuamán, G. N., Challco, H. y Sucasara, L. Y. (2021). Estrategias de comunicación rural en la pandemia covid-19 en la municipalidad de Langui, Cusco-Perú. *Revista de ciencias sociales*, 27 (3), 100-110.
- Domínguez-Narváez, J. A., Guevara-Rosales, C., Daniel-Ibarra, N. y Maldonado-Cabrera, D. (2023). Impacto del uso de aguas residuales en el Valle del Mezquital. *XAHNI Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 6*, 1 (1), 6-11.
- Dorantes, R., Martínez, N., Bello, C. y Medina, R. (2004). Diseño y construcción de un pozo profundo para abastecimiento de agua potable en la ciudad de México [tesis de licenciatura, Universidad nacional autónoma de México] Repositorio Institucional.
- Faviel, E., Infante, D. y Molina, D. O. (2019). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 13 (2), 317-334, <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.05>.
- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*, 11 (30), 147-170.
- Freedman, J., Hoogensen, G. y Razakamaharavo, V. (2021). Identity, stability, hybrid threats and disinformation. *Icono* 14, 19 (1), 38-69, <https://doi.org/10.7195/ri14.v19i1.i618>.
- García-Ávila, F., Avilés-Añazco, A., Cabello-Torres, R., Guanuchi-Quito, A., Cadme-Galabay, M., Gutiérrez-ortega, H., Alvarez-Ochoa, R., Zhindón-Arévalo, C. (2023). Application of ornamental plants in constructed wetlands for wastewater treatment: a scientometric análisis. Case studies in chemical and environmental engineering. 7, 100307. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2023.100307>
- Granados, D., Moctezuma, S. y Oca, A. M. (2019). Humedales artificiales para el desarrollo comunitario: el caso de una comunidad Mazahua de México. *Ciencia, ambiente y clima*, 2 (1), 35-43, <https://doi.org/10.22206/cac.2019.v2i1.pp35-43>.
- Guzmán-González, I., Santiago-Cruz, M. J., Leos-Rodríguez, J. A., González-López, G., Martínez-Damian, M. A. y Salas-González, J. M. (2005). El papel del empleo rural no agrícola en las comunidades rurales: un estudio de caso en Tepejil del Río, Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 2 (2), 51-63.
- Hdidou, M., Necibi, M.C., Labille, J., El Hajjaji, S., Dhiba, D., Chehbouni, A., Roche, N. (2022). Potential use of constructed wetland systems for rural sanitation and wastewater reuse in agriculture in the Moroccan context. *Energies*, 15, 156. <https://doi.org/10.3390/en15010156>
- Hatch, G. (2022). Introducción. La gestión del agua en América del Norte: contrastes y asimetrías. *Norteamérica Revista académica del CISAN-UNAM*, 17 (1), 1-4, <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2022.1.574>.

- Hernández, M. E. (2016). Humedales ornamentales con participación comunitaria para el saneamiento de aguas municipales en México. *Revista internacional de desarrollo regional sustentable*, 1 (2), 1-12.
- Hoffman-Martins, S. E., Carmo, N. C., Andrade, R. M. y Ribeiro, L. P. (2023). Educación en contextos rurales en tiempos de pandemia. Relatos Brasil-Argentina. *Revista Iberoamericana de educación*, 91 (1), 39-54, <https://doi.org/10.35362/rie9115562>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI), (2020). Censo de población y vivienda 2020.
- López, J. E., Marín-Muñiz, J. L., Zamora-Castro, S. A. y Celis, M. C. (2022). Evaluación del crecimiento de plantas sembradas en humedal artificial: efecto del posicionamiento de sembrado. *Journal of basic sciences*, 8 (23), 104-111.
- López-Roldán, A., Marín-Muñiz, J. L., Zamora-Castro, S. A. y Celis, M. C. (2022). Percepciones sobre calidad, uso y manejo del agua en diferentes sitios del Estado de Veracruz. *Journal of basic sciences*, 8 (23), 112-121.
- López, S. (2023). Desigualdades educativas: análisis entre lo rural y lo urbano [tesis de licenciatura, Universidad de Oviedo] Repositorio Institucional.
- Marín-Muñiz, J. L. (2017). Humedales construidos en México para el tratamiento de aguas residuales, producción de plantas ornamentales y reuso del agua. *Agroproductividad*, 10 (5), 90-95.
- Monforte, G. y Cantú, P. C. (2009). Escenario del agua en México. *Culcyt*, 30, 31-40.
- Morales, G., López, D., Vera, I. y Vidal, G. (2013). Humedales construidos con plantas ornamentales para el tratamiento de materia orgánica y nutrientes contenidos en aguas servidas. *Theoria*, 22 (1), 33-46.
- Núñez, J. (2008). Prácticas sociales campesinas: saber local y educación rural. *Revista investigación y postgrado*, 23 (2), 45-88.
- Pérez, Y. A., Garcia-Cortes, D. y Jauregui-Haza, U. J. (2022). Humedales construidos como alternativa de tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas: una revisión. *Ecosistemas*, 31 (1), 1-9, <https://doi.org/10.7818/ECOS.2279>.
- Rivas, A., Barceló-Quintal, I., Moeller, G.E. (2011). Pollutant removal in a multi-stage municipal wastewater treatment system comprised of constructed wetlands and a maturation pond, in a temperate climate. *Water Science and Technology*. 980, 64.4. <https://doi.org/10.2166/wst.2011.731>.
- Robles-Casillas, F., Becerra-López, M. M., Ávila-López, C., Waybell-Campos, L. R., Jasso-Frausto, L. F., González-Durón, J. M. y Waybell-López, L. F. (2023). Planta de tratamiento inteligente de aguas residuales con un sistema y método de monitoreo. *ConCiencia tecnológica*, (65), 33-47.
- Rodríguez, L. N. (2015). El enfoque de género y el desarrollo rural: ¿necesidad o moda? *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1, 401-408.
- Rojas, O., Sáez, K., Martínez, C., Jaque, E. (2014). Post-catastrophe social-environmental effects in vulnerable coastal areas affected by the tsunami of 02/27/2010 in Chile. *Interciencia*, 39, 383-390.
- Salas-Salvadó, J., Maraver, F., Rodríguez-Mañas, L., Sáenz, M., Vitoria, I. y Moreno, L. A. (2020). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición hospitalaria*, 37 (5), 1072-1086, <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03160>.
- Sánchez, M., Ocampo, I., Villarreal, L. A., Méndez, J. A. y Hernández-Rodríguez, M. L. (2020). Gestión del agua para uso doméstico estrategias familiares en los entornos rural y urbano de Tecali de Herrera, Puebla, México. *Revista de El Colegio de San Luis*, (21), 5-34, <http://dx.doi.org/10.21696/rcsl102120201102>.

- Sandoval-Carvajal, I. y Cordero, S. (2022). Opiniones y percepciones de las mujeres amas de casa sobre el trabajo de cuidados en Costa Rica 2017. *Revista estudios*, (45), 1-18.
- Terrazas, A. M., de la Garza, S. P. y Cruz, R. A. (2019). Las organizaciones rurales, opciones para la integración de los pequeños productores rurales del sector agrícola en San Buena Ventura, Coahuila. *Revista mexicana de agronegocios*, 45, 285-297.
- Zitácuaro, I., Marín, J. L., Vidal, M., Zamora, S. A. y López, A. (2021). Capital social y humedales construidos como estrategias para impulsar el desarrollo rural sustentable en México. *Revista ingeniantes*, 2 (2), 26-34.
- Zurita-Martínez, F., Castellanos-Hernández, O. A. y Rodríguez-Sahagún, A. (2011). El tratamiento de las aguas residuales municipales en las comunidades rurales de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 139-150.