



Categoría: Arts and Humanities

ORIGINAL

Self-management of water: uses of rainwater harvesting. The case of Sierra de Mexico

Autogestión del agua: usos de la captación de lluvia. El caso de Sierra de México

Abigail Martínez Mendoza¹  , David López Zamora¹  

¹Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México.

Citar como: Martínez Mendoza A, López Zamora D. Autogestión del agua: usos de la captación de lluvia. El caso de Sierra de México. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias. 2024; 3:695. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024695>

Enviado: 15-01-2024

Revisado: 21-03-2024

Aceptado: 15-04-2024

Publicado: 16-04-2024

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Introduction: rainwater harvesting and self-management of water are promising approaches to address water scarcity and limited access to safe drinking water. These approaches require the active participation of individuals and communities, fostering solidarity, cooperation and trust among them. At the same time, it is essential to be supported by government policies that promote and facilitate the implementation of rainwater harvesting systems and establish a sound regulatory basis for their safe and effective use.

Methods: a mixed approach was used, combining the benefits of qualitative research with documentary reviews. This approach allowed us to examine and describe key aspects related to water self-management, social capital and the role of government policies in the implementation of rainwater harvesting, especially in the community of La Lupita in Lerma, State of Mexico.

Results: this community has implemented traditional self-management strategies to cope with water scarcity, such as rainwater harvesting and the use of community reservoirs. However, challenges in water supply persist, especially during the dry season.

Conclusions: it is necessary to promote integral solutions that combine rainwater harvesting with governmental actions and promote education on responsible water use.

Keywords: Self-Management; Water Harvesting; Social Capital; Governmental Policies.

RESUMEN

Introducción: la captación de agua de lluvia y la autogestión del agua son enfoques prometedores para abordar la escasez hídrica y el acceso limitado al agua potable. Estos enfoques requieren de la participación activa de los individuos y las comunidades, fomentando la solidaridad, cooperación y confianza entre ellos. Al mismo tiempo, es esencial contar con el respaldo de políticas gubernamentales que promuevan y faciliten la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia y establezcan una base normativa sólida para su uso seguro y efectivo.

Métodos: se empleó un enfoque mixto, combinando las bondades de la investigación cualitativa con revisiones documentales. Este enfoque permitió examinar y describir los aspectos clave relacionados con autogestión del agua, el capital social y el papel de las políticas gubernamentales en la implementación de la captación de agua de lluvia, especialmente en la comunidad de La Lupita en Lerma, Estado de México.

Resultados: esta comunidad ha implementado estrategias autogestivas tradicionales para hacer frente a la escasez de agua, como la captación de agua de lluvia y el uso de depósitos comunitarios. Sin embargo, persisten desafíos en el suministro de agua, especialmente durante la temporada de sequía.

Conclusiones: es necesario promover soluciones integrales que combinen la captación pluvial con acciones gubernamentales y promover la educación sobre el uso responsable del agua.

Palabras clave: Autogestión; Captación de Agua; Capital Social; Políticas Gubernamentales.

INTRODUCCIÓN

La captación de agua de lluvia se está convirtiendo en una solución cada vez más relevante y sostenible para abordar los desafíos relacionados con el suministro de agua. En particular, en situaciones de escasez hídrica y acceso limitado al agua potable, la captación de agua de lluvia se presenta como una alternativa prometedora. ^(1,2,3)

El cambio climático, agravado por el crecimiento demográfico y las actividades humanas, ha generado una mayor incertidumbre en términos de disponibilidad de agua. ^(4,5,6,7) En este contexto, aprovechar el agua de lluvia como fuente de abastecimiento se vuelve aún más importante y viable. La lluvia es un recurso renovable y ampliamente disponible, y su recolección nos permite aprovechar una fuente de agua natural sin agotar los recursos existentes. ^(2,8)

La autogestión del agua implica la adopción de mecanismos de correspondencia, que se basan en actitudes de solidaridad, cooperación, reciprocidad, confianza y horizontalidad. Esto significa que la gestión del agua no debe depender únicamente de los actores gubernamentales, sino que los individuos y las comunidades pueden tomar medidas para asegurar su propio suministro de agua. ^(1,8,9,10,11)

Para que la autogestión del agua sea efectiva, es necesario contar con un robusto capital social. Es importante establecer acuerdos y normas comunitarias que regulen de manera equitativa el acceso y la distribución del agua recolectada. ^(12,13,14,15,16) Esto implica fomentar la solidaridad y cooperación entre los miembros de la comunidad, promoviendo la confianza y la reciprocidad para lograr aumentar la calidad de vida. ^(17,18)

Además, es fundamental que los marcos normativos y las políticas gubernamentales respalden y fomenten la captación de agua de lluvia y la autogestión del agua. Los gobiernos pueden proporcionar incentivos económicos, subsidios y asesoramiento técnico para promover la instalación de sistemas de captación de lluvia en las viviendas. ^(19,20,21,22,23,24)

Por tanto, el propósito de esta investigación es analizar las investigaciones y estudios existentes relacionados con la autogestión del agua y el uso de la captación de lluvia. Especialmente aquellos que aborden este fenómeno como una solución sostenible para abordar el suministro de agua, la escasez hídrica y el acceso limitado al agua potable en la comunidad de La Lupita en Lerma, Estado de México.

MÉTODOS

El presente estudio utiliza un enfoque mixto que combina elementos de investigación cualitativa y revisión documental. La combinación de los enfoques de investigación cualitativa y revisión documental es de vital importancia en este estudio, ya que ambos enfoques se complementan y fortalecen mutuamente, brindando una comprensión más profunda y completa del fenómeno estudiado. ⁽²⁵⁾

La revisión documental se basa en la exploración y análisis crítico de fuentes primarias y secundarias relacionadas con el fenómeno de interés. Permite examinar y sintetizar el conocimiento existente, identificando tendencias, teorías, hallazgos y recomendaciones derivadas de investigaciones previas. Como se ha demostrado en otras investigaciones, la revisión documental proporciona una base sólida de información y evidencia, así como una perspectiva histórica y contextualizada del tema de estudio. ^(26,27,28,29,30,31,32,33)

Por otro lado, la investigación cualitativa, mediante la utilización de entrevistas y observación, permite explorar la realidad en su contexto natural y comprender las experiencias, percepciones y significados que los individuos atribuyen al fenómeno. Proporciona información detallada y rica en contexto, permitiendo capturar la complejidad y diversidad de las perspectivas de los participantes. ^(34,35,36,37,38)

Al combinar estos enfoques, se logra una triangulación de datos, lo que implica la convergencia de diferentes fuentes y métodos de recopilación de datos. Esto aumenta la validez y confiabilidad de los resultados, al permitir la corroboración y contrastación de la información obtenida a través de diferentes perspectivas y fuentes de datos. La combinación de métodos cualitativos y revisión documental también enriquece la interpretación de los resultados, al proporcionar un marco teórico más sólido y una comprensión más completa de los contextos y factores que influyen en el fenómeno estudiado. ^(39,40,41,42)

Además, la revisión documental puede ayudar a identificar vacíos en el conocimiento existente, lo que abre nuevas oportunidades de investigación cualitativa para abordar esas brechas y generar nuevo conocimiento en el campo. ^(33,43,44,45,46)

Procedimientos

Para llevar a cabo el estudio se realizaron tres entrevistas semi-estructuradas cara a cara con informantes clave de la comunidad de La Lupita, Lerma, Estado de México, con el objetivo de comprender la realidad de la captación de agua de lluvia. Además, se llevaron a cabo visitas y recorridos de observación in situ para obtener

datos sobre las prácticas y la infraestructura utilizada.

Por otro lado, se realizó una exhaustiva revisión documental de fuentes primarias y secundarias, incluyendo artículos científicos, informes técnicos, libros y políticas gubernamentales, entre otros. Los documentos seleccionados fueron analizados críticamente y se identificaron las principales temáticas y hallazgos relacionados con la captación de agua de lluvia.

Los resultados obtenidos de la investigación cualitativa y de la revisión documental se sintetizaron de manera coherente y estructurada en el artículo final. Esto proporcionó una comprensión holística y contextualizada de la captación de agua de lluvia en la comunidad de La Lupita.

RESULTADOS

La revisión de la literatura permitió identificar tres unidades de análisis temática que se describen en profundidad a continuación. Las ideas esenciales de cada unidad se ven reflejadas en la figura 1.

Adicionalmente, se observa que la captación de agua de lluvia se presenta como una solución sostenible y de gran importancia en la comunidad de La Lupita, Lerma, Estado de México. Donde la escasez hídrica y las presiones ambientales requieren fuentes alternativas de agua.

La autogestión del agua y la promoción de sistemas de captación permiten a la comunidad gestionar de manera independiente y resiliente su suministro de agua. Asimismo, el capital social juega un papel fundamental en el éxito de estas prácticas, promoviendo la colaboración, la confianza y el intercambio de conocimientos entre los miembros de la comunidad. Sin embargo, el respaldo de políticas gubernamentales y marcos normativos adecuados es crucial para su implementación generalizada, ya que proporcionan incentivos, regulaciones y un marco legal y técnico necesario.

La combinación de estos factores contribuye a la promoción de la captación de agua de lluvia como una solución sostenible en La Lupita. Esto puede generar beneficios a nivel individual y colectivo, y ofrecer soluciones a los desafíos relacionados con el suministro de agua de manera eficiente y responsable.

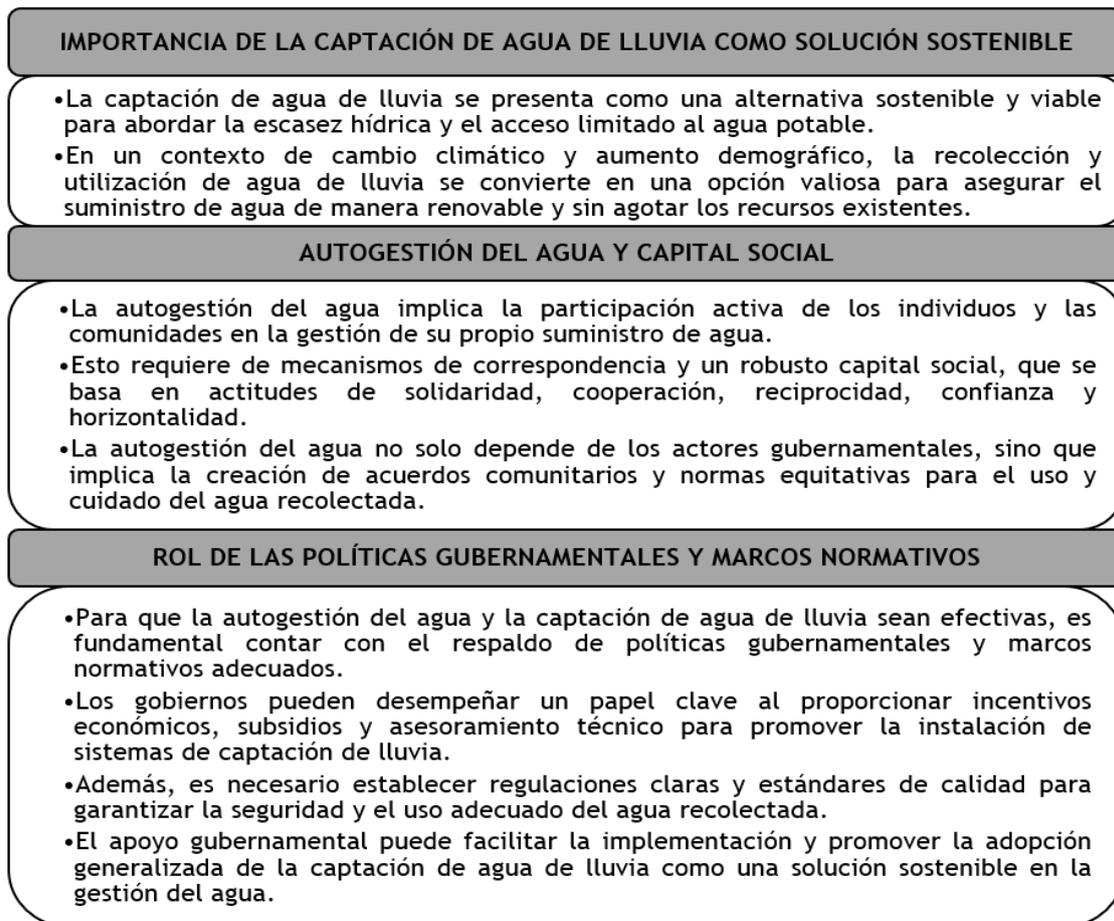


Figura 1. Ideas claves de las principales unidades de análisis

Importancia de la captación de agua de lluvia como solución sostenible

En un contexto de escasez hídrica y acceso limitado al agua potable se hace necesario adoptar estrategias

que permitan mantener una reserva de agua constante. La captación de agua de lluvia se presenta como una alternativa prometedora para asegurar el suministro de agua de manera sostenible y renovable.^(47,48,49)

El cambio climático y el aumento demográfico han generado una mayor incertidumbre en términos de disponibilidad de agua. En este sentido, aprovechar el agua de lluvia se vuelve aún más relevante, ya que es un recurso natural que se renueva constantemente y no agota los recursos existentes, a diferencia de otras fuentes de agua como los acuíferos subterráneos.^(50,51,52)

La captación de agua de lluvia implica recolectar y almacenar el agua proveniente de las precipitaciones para su posterior uso. Existen diferentes métodos y tecnologías para captar el agua de lluvia, desde sistemas sencillos como la recolección en recipientes hasta sistemas más complejos que incluyen techos verdes, canalones, filtros y tanques de almacenamiento.^(48,53,54,55)

Los beneficios de la captación de agua de lluvia son diversos. En primer lugar, permite reducir la demanda de agua potable, especialmente para usos no potables como el riego de jardines, la limpieza de pisos y la descarga de inodoros. Esto ayuda a preservar los recursos hídricos y a aliviar la presión sobre los sistemas de suministro de agua.^(49,50,56)

Además, la captación de agua de lluvia puede contribuir a la seguridad hídrica en áreas donde el acceso al agua potable es limitado o costoso. Al recolectar y utilizar el agua de lluvia, las comunidades pueden asegurar un suministro adicional de agua, especialmente durante períodos de sequía o interrupciones en el suministro.^(47,51,55)

Otro aspecto importante es la reducción del impacto ambiental. Al utilizar el agua de lluvia, se disminuye la extracción de agua de fuentes naturales, lo que puede tener un efecto positivo en los ecosistemas acuáticos y en la conservación de la biodiversidad.^(50,53,56)

Además, la captación de agua de lluvia puede ayudar a reducir la escorrentía pluvial. Esto, a su vez, deviene en una disminución del riesgo de inundaciones urbanas y la contaminación de cuerpos de agua por aguas pluviales cargadas de contaminantes.^(47,49,54)

Por esta razón, la captación de agua de lluvia se convierte en una estrategia valiosa en la gestión del agua. Especialmente en un contexto de cambio climático y crecimiento poblacional como el que se vivencia en el contexto mundial actual.

Autogestión del agua y capital social

La autogestión del agua implica la participación activa de los individuos y las comunidades en la gestión de su propio suministro de agua. En el caso de la captación de agua de lluvia, esto implica que los usuarios sean responsables de la instalación, mantenimiento y uso eficiente de los sistemas de captación.^(57,58,59)

Sin embargo, no puede lograrse sin un sólido capital social. El capital social se refiere a las relaciones sociales, las normas, los valores y las instituciones que facilitan la cooperación y la acción colectiva en una comunidad. En el contexto de la captación de agua de lluvia, el capital social es fundamental para establecer acuerdos comunitarios, compartir conocimientos y recursos, y promover la colaboración entre los miembros de la comunidad.^(60,61,62,63)

El capital social se basa en actitudes de solidaridad, reciprocidad, confianza y horizontalidad. Estos elementos son esenciales para la implementación exitosa de la captación de agua de lluvia, ya que involucra la colaboración y la toma de decisiones conjuntas entre los miembros de la comunidad. La confianza mutua y la solidaridad son fundamentales para compartir recursos y conocimientos, así como para mantener y gestionar adecuadamente los sistemas de captación de agua de lluvia.^(60,62,64)

Es importante destacar que la autogestión del agua y la construcción del capital social no se limitan únicamente a la comunidad local. También pueden involucrar la colaboración con organizaciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y otros actores relevantes. Estas colaboraciones pueden fortalecer el capital social al proporcionar recursos técnicos, asesoramiento y apoyo financiero.^(57,61,65)

De esta forma, la autogestión del agua y el capital social son elementos clave en la implementación exitosa de la captación de agua de lluvia. La participación activa de los individuos y las comunidades, basada en relaciones de confianza, solidaridad y reciprocidad, es fundamental para garantizar la instalación, mantenimiento y uso adecuado de los sistemas de captación de agua de lluvia.

Rol de las políticas gubernamentales y marcos normativos

Para que la captación de agua de lluvia sea efectiva y se implemente de manera generalizada, es fundamental contar con el respaldo de políticas gubernamentales y marcos normativos adecuados. Los gobiernos desempeñan un papel crucial al proporcionar incentivos económicos, subsidios y asesoramiento técnico que promuevan la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia.^(66,67,68)

En primer lugar, las políticas gubernamentales pueden establecer metas y objetivos claros en términos de captación de agua de lluvia. Esto puede incluir la promoción de la captación de agua de lluvia en edificaciones residenciales, comerciales e industriales, así como en infraestructuras públicas y espacios abiertos.^(68,69,70)

Además de los incentivos económicos, los gobiernos pueden proporcionar asesoramiento técnico y capacitación a los propietarios y usuarios sobre la instalación y el mantenimiento de sistemas de captación de agua de lluvia. Esto puede incluir la divulgación de buenas prácticas, el desarrollo de guías técnicas y la promoción de programas de educación y concienciación sobre el uso sostenible del agua.^(66,71,72,73,74)

Asimismo, es necesario establecer regulaciones claras y estándares de calidad para garantizar la seguridad y el uso adecuado del agua recolectada. Esto implica establecer normativas sobre la calidad del agua, el diseño y la instalación de sistemas de captación, la gestión y el tratamiento del agua almacenada, y la prevención de riesgos sanitarios.^(69,72,75)

Además de las políticas y regulaciones, los gobiernos pueden desempeñar un papel activo en la promoción de la captación de agua de lluvia a través de la demostración de buenas prácticas. Esto implica la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia en edificios y espacios públicos, así como la integración de estas prácticas en proyectos de desarrollo sostenible y planificación urbana.^(67,70,71)

Como se ha demostrado, las políticas gubernamentales y los marcos normativos desempeñan un papel fundamental en la promoción y adopción de la captación de agua de lluvia. Es por esto que el respaldo gubernamental es fundamental para asegurar la implementación efectiva y la adopción generalizada de la captación de agua de lluvia como una solución sostenible en la gestión del agua.

El caso de Sierra de México

En México, existen dos programas dirigidos a la captación pluvial. Estos son el Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnia en Zonas Rurales (PROCAPTAR)⁽⁷⁶⁾ y el Programa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México.⁽⁷⁷⁾

El municipio de Lerma, ubicado en el Estado de México, se encuentra en la cuenca alta del río Lerma, una zona caracterizada por su complejidad hídrica.⁽⁷⁸⁾ En esta cuenca, conviven los tres remanentes de la gran ciénega, así como los dos sistemas de trasvase más importantes del país: el sistema Lerma y el Cutzamala (ver figura 2).

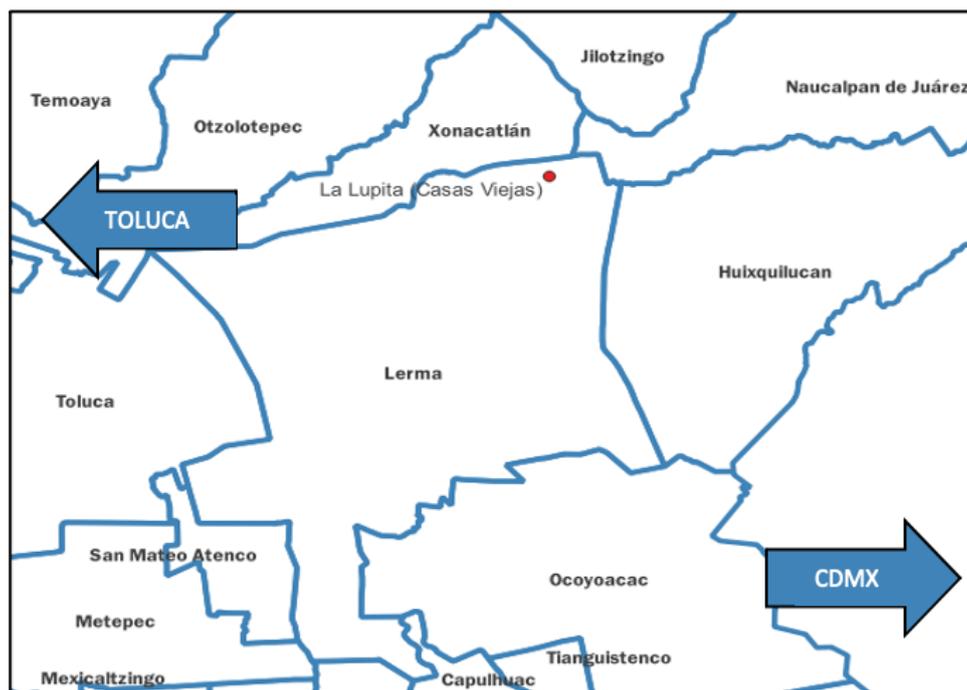


Figura 2. Ubicación de la Lupita Casas Viejas

Además, operan el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) y el Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OPDAPAS), junto con los Consejos de Participación Ciudadana.^(79, 80) Esta complejidad hídrica se refleja en el ámbito institucional-formal y administrativo.

Esta complejidad es evidente en las colonias y comunidades del área montañosa de Lerma, siendo el caso más representativo el de La Lupita, donde los pobladores han utilizado estrategias autogestivas tradicionales durante casi 50 años, como la recolección de agua de lluvia y el uso de pozas comunitarias, así como la compra de camiones cisterna, conocidos como pipas en México.

En La Lupita, ante la escasez de agua en las viviendas, la población implementa diversas estrategias de

autogestión según la temporada. Generalmente son necesarias estas estrategias durante las lluvias (junio a octubre) y al terminar las mismas (noviembre a mayo). Esto ocurre debido a la ausencia del organismo operador de agua correspondiente, aunque ocasionalmente el organismo municipal proporciona camiones cisterna.

Es importante destacar que el agua de lluvia se capta de dos formas. En las viviendas, se utilizan sistemas semi-profesionalizados que conducen el agua a través de tuberías de PVC o aluminio hacia recipientes como botes, cubetas, aljibes y cisternas. La captación también se realiza de manera comunitaria mediante el uso de depósitos y pozos, construidos en los primeros años de ocupación de acuerdo con las narraciones de los habitantes. Estos depósitos tienen un diámetro que no supera los 10 metros y una profundidad de aproximadamente 6 metros.

Estas construcciones comunitarias han generado tensiones entre los vecinos. En un principio, se intentó restringir su uso a personas que no fueron los primeros habitantes, y en años recientes, esta restricción se ha aplicado a los nuevos residentes. Sin embargo, estas tensiones no han escalado. Según los habitantes, se construyeron dos nuevos depósitos comunitarios entre 2016 y 2018, además de uno del organismo operador municipal (OPDAPAS) que tenía como objetivo proporcionar agua mediante bombeo. Sin embargo, los habitantes afirman que este depósito nunca se ha llenado ni siquiera a la mitad y no se han beneficiado de dicha obra. Esta información se ha corroborado en varias visitas de campo.

Además de estos depósitos, se han construido al menos dos más en la parte alta de la localidad, los cuales son claramente de construcción reciente y están cerrados con candado, lo que sugiere una restricción en su uso. Se puede observar una clara evolución y desarrollo de capacidades en estos nuevos depósitos, ya que incorporan materiales de mejor calidad y presentan un diseño más avanzado, lo que indica una tendencia hacia la tecnificación de la captación pluvial.

En cuanto al aprovechamiento del agua de lluvia, se utiliza para actividades como aseo personal, lavado de utensilios de cocina y para el riego de huertos familiares. Los habitantes de La Lupita han desarrollado prácticas de cuidado y almacenamiento del agua, como la filtración y el tratamiento con cloro para su potabilización.

A pesar de las estrategias autogestivas implementadas por la comunidad, persisten desafíos en el suministro de agua. Durante la temporada de sequía, la escasez de agua se vuelve más crítica y los pobladores dependen en gran medida de la compra de agua en pipas. Esta situación afecta especialmente a las familias de bajos recursos económicos, que enfrentan dificultades para adquirir el vital líquido.

Ante esta problemática, es necesario promover soluciones integrales que combinen la captación pluvial a nivel individual y comunitario con acciones gubernamentales para garantizar el acceso equitativo y sostenible al agua. Esto puede incluir la implementación de políticas públicas que fomenten la captación pluvial en viviendas y espacios públicos, así como inversiones en infraestructuras de abastecimiento de agua que beneficien a las comunidades más vulnerables.

Además, es importante promover la educación y concientización sobre el uso responsable del agua y la importancia de la autogestión en la captación pluvial. Esto puede incluir programas de capacitación y asesoramiento técnico para que los habitantes de La Lupita y otras comunidades aprendan a construir, mantener y mejorar sus sistemas de captación de agua de lluvia de manera eficiente y segura.

CONCLUSIONES

El caso de La Lupita es complejo por su geografía, lo cual ha dado paso a la autogestión comunitaria del agua, como un recurso nato de sobrevivencia frente a las fallas gubernamentales e institucionales para garantizar de manera adecuada el derecho al agua. La captación de agua de lluvia es una solución sostenible para abordar la escasez hídrica. La autogestión del agua y el fortalecimiento del capital social son fundamentales para su implementación exitosa. Además, las políticas gubernamentales y los marcos normativos desempeñan un papel crucial en su promoción y adopción. La captación de agua de lluvia ofrece beneficios como la reducción de la demanda de agua potable y la promoción de la seguridad hídrica. Es importante abordar este enfoque de manera integral, involucrando a diferentes actores y buscando soluciones sostenibles en la gestión del agua. En general, la captación de agua de lluvia es una estrategia valiosa para avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente en términos de suministro de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tzanakakis VA, Paranychianakis NV, Angelakis AN. Water Supply and Water Scarcity. *Water*. 2020;12(9):2347. <https://doi.org/10.3390/w12092347>
2. Yannopoulos S, Giannopoulou I, Kaiafa-Saropoulou M. Investigation of the Current Situation and Prospects for the Development of Rainwater Harvesting as a Tool to Confront Water Scarcity Worldwide. *Water*. 2019;11(10):2168. <https://doi.org/10.3390/w11102168>
3. Fernanda Lobaisa N, Payti Claros TM. Cultura, Sociedad y Salud. Community and Interculturality in

Dialogue. 2023;3(66). <https://doi.org/10.56294/cid202366>

4. Rivera Garzón N, Rivera Lozano M. Desigualdad, crecimiento y desarrollo económico en América Latina. *Aglala*. 2020;11(2):80-93. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/1697>

5. Sanabria Martínez MJ. Construir nuevos espacios sostenibles respetando la diversidad cultural desde el nivel local. *Región Científica*. 2022;1(1):20222. <https://doi.org/10.58763/rc20222>

6. Osorio Sánchez LY, Sánchez Bolívar L. Efectos Negativos de la Deforestación. *AG Multidisciplinar*. 2023;1:19. <https://doi.org/10.62486/agmu202319>

7. Ángel-Gaviria IS. Los efectos medioambientales de la ganadería tradicional. *AG Multidisciplinar*. 2023;1:18. <https://doi.org/10.62486/agmu202318>

8. Zanni S, Cipolla SS, di Fusco E, Lenci A, Altobelli M, Currado A, et al. Modeling for sustainability: Life cycle assessment application to evaluate environmental performance of water recycling solutions at the dwelling level. *Sustainable Production and Consumption*. 2019;17:47-61. <https://doi.org/10.1016/j.sapk.2018.09.002>

9. Zuluaga-Aldana A, Durán-Cepeda JM, García-Mogollón JM. Desarrollo rural de autogestión comunitaria. Conflictos ambientales por recursos hídricos en Pamplona (Norte de Santander - Colombia). *Aglala*. 2020;11(1):208-26. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/1602>

10. Paz Marcano AI, Araujo Daza DR, Pinto Aragón HA. Emprendedor social: líder transformador del desarrollo social en las comunidades del distrito de Riohacha. *Aglala*. 2023;14(1):1-10. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/2241>

11. Moreira AdJ, Reis Fonseca RM. La inserción de los movimientos sociales en la protección del medio ambiente: cuerpos y aprendizajes en el Recôncavo da Bahia. *Región Científica*. 2024;3(1):2024208. <https://doi.org/10.58763/rc2024208>

12. Nandi S, Gonela V. Rainwater harvesting for domestic use: A systematic review and outlook from the utility policy and management perspectives. *Utilities Policy*. 2022;77:101383.

13. Willis KS. Whose Right to the Smart City? *The Right to the Smart City*: Emerald Publishing Limited; 2019. p. 27-41. <https://doi.org/10.1108/978-1-78769-139-120191002>

14. Vázquez-Vidal V, Martínez-Prats G. El desarrollo regional y su impacto en la sociedad mexicana. *Región Científica*. 2023;2(1):202336. <https://doi.org/10.58763/rc202336>

15. López-Belmonte J, Pozo-Sánchez S, Moreno-Guerrero A-J, Marín-Marín J-A. Llegamos a la META. Metodología de Enseñanza para la Transformación del Aprendizaje en el METAVERSO. Un proyecto de innovación docente. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2023;2:30. <https://doi.org/10.56294/mr202330>

16. González-Vallejo R. El rol de los avatares para aprender idiomas en el metaverso. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2024;3:62. <https://doi.org/10.56294/mr202462>

17. Veloz Montano MdINV, Keeling Álvarez M. Vulnerabilidad social en comunidades de nueva formación y su relación con el estrés. *AG Salud*. 2023;2:45. <https://doi.org/10.62486/agsalud202445>

18. Trovat V, Ochoa M, Hernández-Runque E, Gómez R, Jiménez M, Correia P. Calidad de vida laboral en trabajadores con discapacidad de empresas manufactureras y de servicios. *AG Salud*. 2024;2:43. <https://doi.org/10.62486/agsalud202443>

19. Rajasekhar M, Raju-Gadhiraju S, Kadam A, Bhagat V. Identification of groundwater recharge-based potential rainwater harvesting sites for sustainable development of a semiarid region of southern India using geospatial, AHP, and SCS-CN approach. *Arabian Journal of Geosciences*. 2020;13(24). <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4996-6>

20. Hacker ME, Binz C. Institutional Barriers to On-Site Alternative Water Systems: A Conceptual Framework

and Systematic Analysis of the Literature. *Environmental Science & Technology*. 2021;55(12):8267-77. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07947>

21. Flórez Sterling J, Suárez Arias A, García Capdevilla D. Concepciones de los profesores sobre la enseñanza del uso sostenible del agua en educación media. *El Paujil Caquetá, amazonía colombiana*. *Conocimiento Global*. 2021;6(1):24-48. <https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/102>

22. Higuera Carrillo EL. Aspectos clave en agroproyectos con enfoque comercial: Una aproximación desde las concepciones epistemológicas sobre el problema rural agrario en Colombia. *Región Científica*. 2022;1(1):20224. <https://doi.org/10.58763/rc20224>

23. Quintero Rueda AJ, Reinosa Ortiz FM, Ortiz Blandón KD, Pinzón Rincon LF, Gómez Cano CA. Alternativas de Producción agrícola diferentes a la forma tradicional. *AG Managment*. 2023;1:10. <https://doi.org/10.62486/agma202310>

24. Arismendi Samanez MM. Meritocracia y certificación en la calidad de la gestión pública. *AG Managment*. 2023;1:8. <https://doi.org/10.62486/agma20238>

25. Creswell JW. *Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed Method Approaches*. 4 ed2019.

26. Rosado Botello J, Barreto Terán C, Madero Casadiego A, Severiche Sierra C, Muñoz Rojas D. Fases para la gestión tecnológica en una población indígena del norte de Colombia. *Conocimiento Global*. 2022;7(2):35-42. <https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/298>

27. Demarchi Sánchez GD, Palacios Luna JMdJ. Políticas públicas, paradigmas, teorías y modelos. Revisión documental. *Aglala*. 2022;13(2):252-70. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/2260>

28. Vitón-Castillo AA, Fajardo Quesada AJ, Romero Valdes Y, C. dl, Batista Rivero L. Metaverso: un área de investigación emergente. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2022;1:3. <https://doi.org/10.56294/mr20223>

29. Uwhejevwe-Togbolo SE, Festus Elugom FE, Iguemedere Ofomaja N. Uso ético de los datos en el metaverso para la responsabilidad social de las empresas. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2024;3:61. <https://doi.org/10.56294/mr202461>

30. González Castro KJ, Bolaño García M, Villalobo Ropain NP. Niveles en la competencia tecnológica del uso de las redes sociales en docentes de Santa Marta. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2023;2:27. <https://doi.org/10.56294/mr202327>

31. Rodríguez Vásquez MP, De Jesús De La Paz Rosales MT, Nieves-Lizárraga DO, Velarde-Osuna DV, Olguín-Martínez CM, Bracho Rivera MA, et al. Redes sociales y la salud mental de los adolescentes: una revisión de literatura. *AG Salud*. 2024;2:46. <https://doi.org/10.62486/agsalud202346>

32. Ríos-Quispe CF. Análisis de los Sistemas de Costos ABC. *AG Managment*. 2023;1:12. <https://doi.org/10.62486/agma202312>

33. Casasempere-Satorres A, Vercher-Ferrándiz ML. Bibliographic documentary analysis. Getting the most out of the literature review in qualitative research. *New Trends in Qualitative Research*. 2020;4:247-57. <https://doi.org/10.36367/ntqr.4.2020.247-257>

34. Debortoli DO, Brignole NB. Inteligencia empresarial para estimular el giro comercial en el microcentro de una ciudad de tamaño intermedio. *Región Científica*. 2024;3(1):2024195. <https://doi.org/10.58763/rc2024195>

35. Diseiye O, Ejiro Ukubeyinje S, Oladokun BD, Kakwagh VV. Tecnologías emergentes: Aprovechar la alfabetización digital para la autosuficiencia de los profesionales de las bibliotecas. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2023;3:59. <https://doi.org/10.56294/mr202459>

36. Araujo Inastrilla CR. Tendencias de búsquedas en internet sobre el Metaverso. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2023;2(26). <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/2241>

37. Barrera Polo LF. Efectos del estrés en los colaboradores. *AG Salud*. 2023;1:31. <https://doi.org/10.62486/agsalud202331>
38. Mwita K. Strengths and weaknesses of qualitative research in social science studies. *Related Topics in Social Science*. 2022;11(6). <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v11i6.1920>
39. Borges Machín AY, González Bravo YL. Educación comunitaria para un envejecimiento activo: experiencia en construcción desde el autodesarrollo. *Región Científica*. 2022;1(1):202212. <https://doi.org/10.58763/rc202213>
40. Rincon Soto IB, Sanchez Leon NS. Cómo la inteligencia artificial configurará el futuro del metaverso. Una perspectiva cualitativa. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2022;1:12. <https://doi.org/10.56294/mr202212>
41. Pregowska A, Osial M, Gajda A. ¿Cómo será la educación del futuro? ¿Cómo han afectado el metaverso y la realidad extendida a los sistemas de enseñanza superior? *Metaverse Basic and Applied Research*. 2023;3(57). <https://doi.org/10.56294/mr202457>
42. Newman M, Gough D. *Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application*. *Systematic Reviews in Educational Research*: Springer; 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1
43. Lepez CO. Metaverso y educación: una revisión panorámica. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2022;1:2. <https://doi.org/10.56294/mr20222>
44. Haque MA, Rahman M, Faizanuddin M, Anwar D. Horizontes educativos del metaverso: Visión, oportunidades y retos. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2023;3:60. <https://doi.org/10.56294/mr202460>
45. De Pablos WJ, Guillén AJ, Blanco MB, Hernández-Runque E. Liderazgo en la gestión de seguridad y salud en el trabajo en empresas Courier. *AG Salud*. 2024;2:44. <https://doi.org/10.62486/agsalud202444>
46. Bracho Mosquera AS, Román-Mireles A, Rodríguez-Álvarez AM, Ormaza Esmeraldas EdC, Nieves-Lizárraga DO, Viridiana Velarde-Osuna D, et al. Gamificación y desarrollo de habilidades sociales en la educación. *AG Salud*. 2024;2:58. <https://doi.org/10.62486/agsalud202458>
47. Freni G, Liuzzo L. Effectiveness of Rainwater Harvesting Systems for Flood Reduction in Residential Urban Areas. *Water*. 2019;11(7):1389. <https://doi.org/10.3390/w11071389>
48. Jamali B, Bach PM, Deletic A. Rainwater harvesting for urban flood management - An integrated modelling framework. *Water Research*. 2020;171:115372. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115372>
49. Liu X, Ren Z, Hao-Ngo H, He X, Desmond P, Ding A. Membrane technology for rainwater treatment and reuse: A mini review. *Water Cycle*. 2021;2:51-63. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2021.08.001>
50. Gado TA, El-Agha DE. Feasibility of rainwater harvesting for sustainable water management in urban areas of Egypt. *Renewable Energy and Water Sustainability*. 2020;27:32304-17. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06529-5>
51. Nariné-Torres M, Fontecha JE, Zhu Z, Walteros JL, Rodríguez JP. A participatory approach based on stochastic optimization for the spatial allocation of Sustainable Urban Drainage Systems for rainwater harvesting. *Environmental Modelling & Software*. 2020;123:104532. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104532>
52. Shadmehri-Toosi A, Ghasemi-Tousi E, Ghassemi SA, Cheshomi A, Alaghmand S. A multi-criteria decision analysis approach towards efficient rainwater harvesting. *Journal of Hydrology*. 2020;582:124501. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124501>
53. Kuntz-Maykot J, Ghisi E. Assessment of A Rainwater Harvesting System in A Multi-Storey Residential Building in Brazil. *Water*. 2020;12(2):546. <https://doi.org/10.3390/w12020546>
54. Ranaee E, Abbasi AA, Tabatabaee-Yazdi J, Ziyaaee M. Feasibility of Rainwater Harvesting and Consumption

in a Middle Eastern Semiarid Urban Area. *Water*. 2021;13(15):2130. <https://doi.org/10.3390/w13152130>

55. Stec A, Zeleňáková M. An Analysis of the Effectiveness of Two Rainwater Harvesting Systems Located in Central Eastern Europe. *Water*. 2019;11(3):458. <https://doi.org/10.3390/w11030458>

56. Semaan M, Day SD, Garvin M, Ramakrishnan N, Pearce A. Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: A systematic literature review. *Resources, Conservation & Recycling: X*. 2020;6:100033. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100033>

57. Bikwibili-Tantoh H, McKay TJM. Rural self-empowerment: the case of small water supply management in Northwest, Cameroon. *GeoJournal*. 2020;85:159-71. <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9952-6>

58. Gany AHA, Sharma P, Singh S. Global Review of Institutional Reforms in the Irrigation Sector for Sustainable Agricultural Water Management, Including Water Users' Associations. *Irrigation and Drainage*. 2019;68(1):84-97. <https://doi.org/10.1002/ird.2305>

59. Wutich A, Thomson P, Jepson W, Stoler J, Cooperman AD, Doss-Gollin J, et al. MAD water: Integrating modular, adaptive, and decentralized approaches for water security in the climate change era. *WIREs Water*. 2023;10(6):e1680. <https://doi.org/10.1002/wat2.1680>

60. Cain A, Cupi-Baptista A. Community Management and the Demand for 'Water for All' in Angola's Musseques. *Water*. 2020;12(6):1592. <https://doi.org/10.3390/w12061592>

61. Leroy D. An empirical assessment of the institutional performance of community-based water management in a large-scale irrigation system in southern Mexico. *Agricultural Water Management*. 2023;276:108051. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108051>

62. Roque A, Wutich A, Brewis A, Beresford M, García-Quijano C, Lloréns H, et al. Autogestión and water sharing networks in Puerto Rico after Hurricane María. *Water International*. 2021;46(6):938-55. <https://doi.org/10.1080/02508060.2021.1960103>

63. Salinas J, Sastre-Merino S. Social Capital as an Inclusion Tool from a Solidarity Finance Angle. *Sustainability*. 2021;13(13):7067. <https://doi.org/10.3390/su13137067>

64. Olivera-Silva JIA, Villar P, Machado-Granziera ML. Alternative Systems for Water Security in the Brazilian Semiarid Region. *DGs in the Americas and Caribbean Region Implementing the UN Sustainable Development Goals - Regional Perspectives*: Springer; 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16017-2_108

65. Wang Y, Qu W, Zheng L, Yao M. Multi-Dimensional Social Capital and Farmer's Willingness to Participate in Environmental Governance. *Tropical Conservation Science*. 2022;15. <https://doi.org/10.1177/19400829221084562>

66. Caparrós-Martínez JL, Rueda-Lópe NR, Milán-García JM, Valenciano J. Public policies for sustainability and water security: The case of Almería (Spain). *Global Ecology and Conservation*. 2020;23:e01037. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01037>

67. Cipolleta G, Gozde-Ozbayram E, Eusebi AL, Akyol C, Malamis S, Mino E, et al. Policy and legislative barriers to close water-related loops in innovative small water and wastewater systems in Europe: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*. 2021;288:125604. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125604>

68. Suleiman L, Olofsson B, Saurí D, Palau-Rof L. A breakthrough in urban rain-harvesting schemes through planning for urban greening: Case studies from Stockholm and Barcelona. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2020;51(126678). <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126678>

69. Dandy GC, Marchi A, Maier H, Kandulu J, Hatton-MacDonald D, Ganji A. An integrated framework for selecting and evaluating the performance of stormwater harvesting options to supplement existing water supply systems. *Environmental Modelling & Software*. 2019;122(104554). <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104554>

70. Maqsoom A, Aslam B, Ismail S, Jamaluddin-Thaheem M, Ullah F, Zahoor H, et al. Assessing Rainwater

Harvesting Potential in Urban Areas: A Building Information Modelling (BIM) Approach. Sustainability. 2021;13(22):12583. <https://doi.org/10.3390/su132212583>

71. Faragó M, Brudler S, Godskesen B, Rygaard M. An eco-efficiency evaluation of community-scale rainwater and stormwater harvesting in Aarhus, Denmark. *Journal of Cleaner Production*. 2019;219:601-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.265>

72. Xu WD, Fletcher TD, Burns MJ, Cherqui F. Real Time Control of Rainwater Harvesting Systems: The Benefits of Increasing Rainfall Forecast Window. *Water Resources Research*. 2020;56(9):e2020WE027856. <https://doi.org/10.1029/2020WR027856>

73. Alim MA, Rahman A, Tao Z, Samali B, Khan MM, Shirin S. Suitability of roof harvested rainwater for potential potable water production: A scoping review. *Journal of Cleaner Production*. 2020;248(119226). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119226>

74. Alvez A, Aitken D, Rivera D, Vergara M, McIntyre N, Concha F. At the crossroads: can desalination be a suitable public policy solution to address water scarcity in Chile's mining zones? *Journal of Environmental Management*. 2020;258(110039). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110039>

75. Sheikh V. Perception of domestic rainwater harvesting by Iranian citizens. *Sustainable Cities and Society*. 2020;60:102278. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102278>

76. CNA. Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR). Comisión Nacional del Agua Gobierno de México. 2017. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-ecotecnias-en-zonas-rurales-procaptar>

77. IMTA. Sistema de Captación de Agua de Lluvia SCALL. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Gobierno de México. 2021. <https://www.gob.mx/imta/documentos/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia-scalle>

78. Martínez-Mendoza A, Mendoza-Nuñez A. Percepción social del servicio de agua potable en México. Un análisis al diseño institucional de un organismo operador municipal. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*. 2022;34:275. <https://doi.org/10.58763/rc2024208>

79. SACMEX. Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Gobierno de la Ciudad de México. 2024. <https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/>

80. OPDAPAS. Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Ciudad de Lerma. 2024. <https://opdapaslerma.gob.mx/>

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Abigail Martínez Mendoza y David López Zamora.

Investigación: Abigail Martínez Mendoza y David López Zamora.

Metodología: Abigail Martínez Mendoza y David López Zamora.

Redacción - borrador original: Abigail Martínez Mendoza y David López Zamora.

Redacción - revisión y edición: Abigail Martínez Mendoza y David López Zamora.