



Hacia un modelo administrativo ecotecnológico basado en la captación de agua de lluvia: caso León, Guanajuato

Moving towards an ecotechnological management model based on rainwater harvesting: The case of León, Guanajuato

B. Yessica Sevilla Angulo¹ , Daniel Tagle Zamora² , Alex Ricardo Caldera Ortega² , Jesús Mora Rodríguez¹ , Xitlali Delgado Galván¹

¹ Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

² Universidad de Guanajuato, León, México.

Resumen

El presente estudio analiza el impacto de prácticas ecológicas como el Sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) en comunidades de León, Guanajuato, evaluando consumo, abastecimiento, costo y percepción social, revelando beneficios económicos (reducción de gasto) e intangibles (autonomía hídrica, cohesión social). Identificando barreras como financiamiento, capacitación y apropiación. En un contexto de escasez agravada por el cambio climático y la sobreexplotación de acuíferos, estas prácticas se perfilan como soluciones viables y sostenibles; destacando la necesidad de políticas que articulen actores y promuevan modelos de gobernanza adaptados a realidades rurales, fortaleciendo la resiliencia hídrica y garantizando el derecho humano al agua desde un enfoque territorial y equitativo.

Palabras clave: Captación de agua de lluvia, resiliencia hídrica, adopción social, gestión comunitaria del agua, políticas públicas hídricas.

Abstract

This study analyzes the impact of ecological practices as Rain water harvesting (RWH) in communities of León, Guanajuato, evaluating water consumption, supply, cost, and social perception. It reveals economic benefits (reduced household spending) and intangible gains (water autonomy, social cohesion), while identifying barriers such as financing, training, and appropriation. In the context of water scarcity exacerbated by climate change and aquifer overexploitation, those practices emerge as viable and sustainable solutions. The findings underscore the need for policies that coordinate diverse stakeholders and promote governance models tailored to rural realities, thereby strengthening water resilience and ensuring the human right to water through a territorial and equitable approach.

Keywords: Rainwater harvesting, water resilience, social adoption, community water management, water public policy.

Introducción

La crisis hídrica global ocasionada por la escasez, la creciente demanda y la contaminación de agua, ha generado conflictos sectoriales y políticos. Por ello, se propone cambiar de paradigma mediante una Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) (GWP, 2000, 2003). Sin embargo, ésta se ha encontrado limitada por una escasa vinculación entre ciencia y política y por dar prioridad a la modelación frente a la participación social (Castelletti y Soncini-Sessa, 2006). En el centro-norte de México, en Guanajuato y su ciudad más poblada, León, el reto hídrico es alarmante pues, pese al desarrollo industrial, hay un fuerte crecimiento poblacional, una baja precipitación y una sobreexplotación de acuíferos (Nava *et al.*, 2024). Además, posee un balance hídrico negativo, con acuíferos recargados de forma insuficiente y en sobreexplotación

Historial

Manuscrito recibido: 31 de octubre 2025

Manuscrito aceptado: 27 de abril de 2026

Manuscrito publicado: agosto de 2026

✉ Autor para correspondencia

B. Yessica Sevilla-Angulo
by.sevillaangulo@ugto.mx

Como citar

Sevilla-Angulo BY, Tagle-Zamora D, Caldera Ortega AR, Mora Rodríguez J, Delgado-Galván X (2026). Hacia un modelo administrativo ecotecnológico basado en la captación de agua de lluvia: caso León, Guanajuato. *Ciencia Nicolaita* 97:99-109. DOI:10.35830/cn.vi97.932

(Mendoza Gómez *et al.*, 2023). León enfrenta una grave disminución del nivel subterráneo por su alta demanda de agua, generando afectaciones ambientales, sociales y económicas (García León, 2023). Volviendo crucial coordinar esfuerzos entre sociedad y gobierno para garantizar un ac-

ceso equitativo, desarrollando políticas de uso eficiente y conservación (Nava *et al.*, 2024; Mendoza Gómez *et al.*, 2022). Así, adoptar ecotecnias, como Sistema de captación de agua de lluvia (SCALL), filtros y baños secos, puede ser una alternativa integral y colaborativa (García León, 2023); cuya implementación deben considerar variables sociales, culturales y económicas y, con ello, fortalecer la seguridad hídrica y la sustentabilidad ambiental.

Materiales y métodos

El estudio se enmarca en un enfoque exploratorio y cualitativo, orientado a comprender la experiencia de implementación y adopción social de prácticas en comunidades rurales. Se empleó la entrevista por su eficacia para captar vivencias con profundidad y flexibilidad (Díaz-Bravo *et al.*, 2013). Las comunidades seleccionadas, Media Luna, Mesa de Ibarrilla, Saucillo de Ávalos y Llano Grande (**Figura 1**), fueron elegidas con base en información del Comité Técnico de Aguas de León (COTAS de León), que reportó la implementación de SCALL en siete comunidades entre 2016 y 2018, incluyendo las cuatro abordadas; permitiendo enfocar el análisis en contextos con antecedentes de intervención ecotecnológica, facilitando la iden-

tificación de barreras, motivaciones y disposiciones comunitarias.

De las 19 entrevistas, 15 fueron en Llano Grande, 2 en Media Luna, 1 en Mesa de Ibarrilla y 1 en Saucillo de Ávalos. Todas las participantes fueron mujeres, lo que coincide con Montero Contreras (2020), que destaca que la gestión del agua y otros recursos en el hogar recae principalmente en mujeres. Respecto al rango etario, el 52.6% se encuentra entre los 31 y 40 años, seguido por un 21.1% entre los 21 y 30 años, reforzando a Robinson Trápaga y Díaz-Carrión (2019) respecto a las barreras que enfrentan las mujeres en edad productiva para integrarse al mercado laboral formal debido a su responsabilidad doméstica. Aunque el análisis inicial se centraba en el uso doméstico, durante el trabajo de campo se identificaron dos casos de implementación en escuela rural (10.5%), ampliando el espectro de aplicación hacia entornos educativos.

Resultados

Apartado 1: usos y medios de obtención del recurso

Se exploraron usos domésticos del agua y mecanismos de acceso, identificando fuentes de abastecimiento, así como dinámicas y actividades cotidianas asociadas. Mostrando

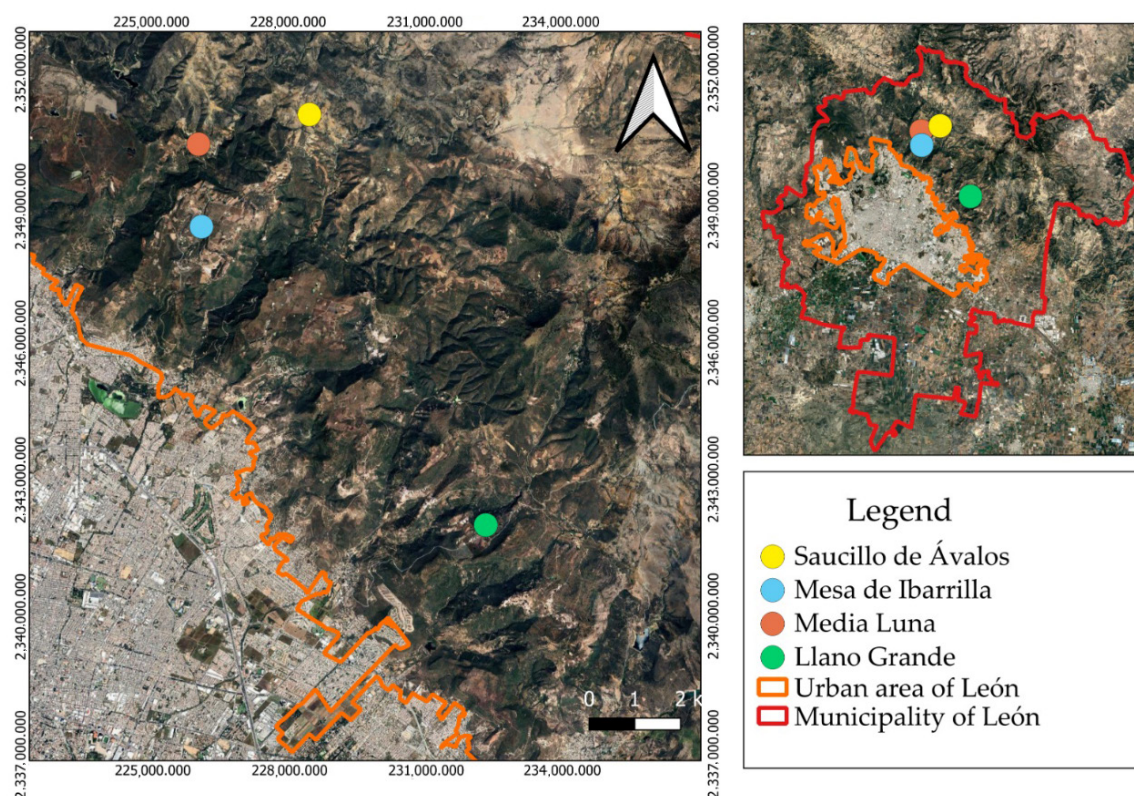


Figura 1. Municipio de León y localización de las 4 comunidades rurales.

grosso modo que, el 100% de los hogares entrevistados la usa para limpieza general, lavado de ropa y utensilios y, para higiene personal. Además, del 100%, un 63% reporta usarla en sanitario y riego de áreas exteriores. Respecto al agua potable, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2009) recomienda un consumo diario mínimo de 2 litros de agua potable por persona (≈ 730 litros/año). Estimando con ello, un consumo promedio por hogar de 3,521 litros/año. Detallando a continuación el consumo para cada actividad, que, si bien es una estimación autorreportada la uniformidad en la medida y la coherencia en respuestas permiten una aproximación válida del consumo:

Preparación de alimentos. La frecuencia de cocción se calculó mediante los reportes semanales de las usuarias, utilizando como unidad de medida un recipiente de 1 litro. Siendo excluidas las escuelas, por no realizar dicha actividad. En promedio cocinan entre 5 y 7 días por semana (35.3% y 41.2%, respectivamente). Sobre el consumo diario, se reportó 4 litros en promedio.

Lavado de trastes y utensilios del hogar. Se empleó como unidad de referencia 1 cubeta con capacidad promedio de 20 litros (Ramírez Hernández, 2024). El 42.1% indicó realizar esta tarea 3 veces al día, usando un tercio de cubeta (≈ 6.6 litros); resultando un uso anual entre 5,040 y 10,080 litros. Las escuelas reportaron uso nulo al no realizar esta actividad.

Ducha. Se indagó la frecuencia con que los integrantes del hogar se duchan y el volumen empleado por vez. Se estimó 4 duchas por persona por semana, usando 1.5 cubetas por vez (≈ 30 litros). Representando un consumo anual entre 14,400 y 34,560 litros por hogar.

Lavado de ropa. Se reportó lavar en promedio 3.2 tandas por semana, tomando como referencia 60 litros por carga (Ruiz, 2024). Estimación que permite dimensionar el impacto de esta actividad en el consumo total doméstico, oscilando entre 8,640 y 17,280 litros/año.

Limpieza general. Se reportó realizar la actividad entre 3 y 4 veces por semana, 47.4% y 42.1%, respectivamente. Se estimó que 52.6% usa 2 cubetas por vez y 36.8% 1 cubeta, con un consumo entre 2,880 y 14,400 litros/año por hogar.

Riego de patio. 68.4% riega 2 veces por semana. El 57.9% indicó usar 4 cubetas por vez. Se estimó un consumo por hogar entre 3,840 y 11,520 litros/año. Si bien, no es el uso más alto, su volumen anual impacta considerablemente, sobre todo en zonas con estrés hídrico.

Uso de sanitario. Se analizó el uso de agua en esta actividad doméstica que, según Domènech y Saurí (2010), representa del 25% al 30% del consumo total en el hogar. El 52.6% indicó utilizar agua y el 47.4% no, esto según la percepción y el autorreporte de las entrevistadas,

quienes manifestaron contar con baño seco en su vivienda, sugiriendo una transición hacia alternativas. De quienes sí la emplean, el 70% usa agua de reúso y el 30% agua potable. De los 3 casos que reportaron uso de agua, 2 corresponden a escuelas, posiblemente por normas sanitarias o criterios institucionales. Para el consumo anual, se consideraron entre 4 y 6 litros por descarga (1/4 de cubeta ≈ 5 litros) (Íbidem). Considerando 7 descargas por persona en promedio (3 en entorno escolar) (CONAGUA, 2018), el consumo anual por hogar se estimó entre 35,280 y 190,800 litros/año. El mayor consumo registrado fue en un hogar de 8 personas, alcanzando 94,040 litros/año.

En la **tabla 1** se concentran todos los consumos de agua por actividad requeridos por cada uno de los hogares (o escuelas) participantes en la entrevista. Resaltando los totales por año tanto en litros como en metros cúbicos.

Ahora bien, se identificó que el 100% de los hogares entrevistados tiene como principal fuente de abastecimiento al SCALL. Si bien, su uso no es constante en todo el año, logran aprovechar el recurso en promedio por 5 a 6 meses. El 89.5% recurre al suministro por pipas como medio complementario, ya sea a través de compras directas o con el apoyo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL). El 10.5% reportó abastecerse por pozo o por acarreo desde cuerpos naturales como arroyos, estanques o manantiales; siendo esta última una fuente más incierta. A continuación, se detallan los medios de abastecimiento actuales. Estos datos permiten calcular el déficit hídrico y valorar las estrategias de cobertura:

Pipa. El 84.2% de los hogares cubre parcialmente el costo del suministro con recursos propios y apoyo de SAPAL; el 10.5% recibe subsidio total y no incurre en gasto, mientras que el 5.3% cubre el costo completo. El costo promedio por entrega es de 1,242 MXN, con un rango de 700 a 1,700 MXN. Cuando el pago es directo, el 42.1% solicita el servicio cada dos meses, y el resto lo hace entre 1 y 6 meses.

Apoyo del SAPAL. El 89.5% recibe agua semanalmente a través de tambos (1 tambo ≈ 150 litros). 2 casos indicaron recibirla cada 21 días y otro, sin frecuencia específica. El apoyo va entre 1 y 6 tambos por hogar, distribuyendo en promedio 5 tambos (750 litros).

Garrafrones. El 73.7% no compra y el 26.3% sí lo hace, con una compra semanal estimada de 3 a 5 garrafrones. De quienes no compran, para hacer potable el agua no embotellada, el 57.9% la desinfecta (cloro u otro agente), el 10.5% hierve y 5.3% la consume sin tratamiento alguno.

SCALL. Se indagó el número de SCALL por hogar y su capacidad de almacenamiento, para conocer su potencial de captación. Encontrando que cada hogar tiene una capacidad promedio de 12,500 litros, sin incluir almacena-

Tabla 1. Consumo total anual por uso y actividades en el hogar. Elaboración propia con base a la información recolectada en campo con las entrevistas realizadas.

No. Entrevista	Personas por hogar	Agua potable	En alimentos	Lavado de trastes	Lavado de ropa	Limpieza general	Riego patio	Ducha	Sanitario	CONSUMO TOTAL ANUAL
										(Litros)
#1	6	4,380	1,680	10,080	11,520	7,680	7,680	34,560	70,560	148,140
#2	5	3,650	1,344	6,720	11,520	7,680	7,680	14,400	58,800	111,794
#3	4	2,920	1,008	6,720	8,640	5,760	5,760	23,040	47,040	100,888
#4	8	5,840	1,680	5,040	17,280	7,680	11,520	46,080	94,080	189,200
#5	4	2,920	1,008	10,080	8,640	2,880	5,760	23,040	47,040	101,368
#6	6	4,380	1,440	6,720	11,520	5,760	7,680	43,200	70,560	151,260
#7	5	3,650	960	6,720	11,520	2,880	5,760	38,400	58,800	128,690
#8	5	3,650	768	5,040	11,520	7,680	8,640	21,600	58,800	117,698
#9	7	5,110	1,440	5,040	17,280	5,760	11,520	20,160	82,320	148,630
#10	4	2,920	720	10,080	8,640	3,840	7,680	23,040	47,040	103,960
#11	4	2,920	1,008	6,720	8,640	3,840	7,680	23,040	47,040	100,888
#12	4	2,920	576	6,720	8,640	5,760	5,760	23,040	47,040	100,456
#13	6	4,380	960	6,720	11,520	2,880	8,640	34,560	70,560	140,220
#14	4	2,920	720	10,080	8,640	3,840	7,680	11,520	47,040	92,440
#15	3	2,190	1,008	5,040	5,760	5,760	5,760	21,600	35,280	82,398
#16	3	2,190	720	5,040	5,760	7,680	5,760	23,040	35,280	85,470
#17	4	2,920	1,008	6,720	8,640	2,880	7,680	17,280	47,040	94,168

je adicional. Por la relevancia que dan al agua, la mayoría de los hogares almacenan lo captado en otro recipiente, indicando poseer 15 tambos extra en promedio ($\approx 2,250$ litros). Se estimó un costo promedio por SCALL de 3,400 MXN (con subsidio), con un rango entre 2,000 y 7,500 MXN.

El cálculo del potencial de captación de agua de lluvia se realizó aplicando la fórmula propuesta en el Manual Técnico de SCALL del Colegio de Postgraduados (COLPOS), reconocida por considerar 3 variables: la precipitación local, el área disponible para captar (como techo o superficie) y la eficiencia del sistema (Anaya Garduño *et al.*, 2018):

$$\text{Volumen Captación (m}^3\text{)} = \text{Precipitación (mm)} \cdot \text{Área de captación (m}^2\text{)} \cdot \text{Eficiencia SCALL (\%)} \cdot 10^{-6}$$

Por ello, se revisaron los niveles de precipitación registrados hasta 2018 en 2 estaciones meteorológicas cercanas a las comunidades: La Laborcita y Media Luna (CONAGUA, SF). Recopilando la información del periodo de 2014 a 2018, permitiendo estimar el volumen de captación anual. Utilizando un área de captación de 60 m² y un coeficiente de eficiencia del 80%, con base a la Guía de diseño para captación de agua de lluvia de la UNATSA-

BAR (2001). Tomando esta área, ya que la guía contempla techos de 50, 60 y 65 m², siendo 60 m² la más representativa. La eficiencia del sistema depende de factores como el tipo de techo, canaletas, filtros y posibles pérdidas por evaporación o fugas, por lo que se adopta el 80% como valor estándar recomendado sin pérdidas significativas. Obteniendo así, un volumen potencial anual de agua de lluvia captada de 36,956 litros, cifra que evidencia una percepción de limitación, ya que supera la capacidad total de almacenamiento disponible. Respecto al consumo mediante pipas, se reportó que cada hogar utiliza 1 pipa (10,000 litros) cada 2 meses, por tanto, los 36,956 litros captados equivalen a 4 pipas, reflejando una cobertura de entre 7 y 8 meses, concordando con las participantes, que indicaron que esa cantidad les permite cubrir su necesidad entre 4 y 7 meses.

Analizar la disponibilidad de agua muestra una clara desigualdad en el acceso y suficiencia, con implicaciones en equidad, sostenibilidad y bienestar comunitario. En promedio se reciben 109,803 litros por hogar/institución, con un rango de entre 36,956 y 204,956 litros. La captación a través del SCALL representa una constante de 36,956 litros/año, pero insuficiente para satisfacer la demanda total. Por ello, complementan con apoyo de SAPAL, adquisición de pipas y compra de garrafones. Las diferencias

Tabla 2. Volumen potencial de agua captada por mes del 2014 al 2018. Elaboración propia con datos de precipitación de La Laborcita y Media Luna (CONAGUA, SF) y; considerando área de captación y coeficiente de eficiencia según UNATSABAR (2001).

VOLUMEN DE AGUA CAPTADA (Litros)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2014	2136	96	816	384	4356	7344	11400	4423	3566	2856	300	312
2015	72	255	4486	1608	3936	11376	7006	4756	6733	3809	576	840
2016	192	547	948	437	1164	9636	18108	2448	1699	3660	19	24938
2017	0	0	341	60	420	3605	6343	3756	4659	5468	10186	1373
2018	420	420	420	24	48	0	0	0	0	0	0	0

	PROMEDIO
Litros captados por año	36,956
Pipas pedidas	4
meses les rinde	7

en el volumen de agua recibido son significativas: mientras algunos logran obtener hasta 120,000 litros mediante apoyo o compra, otros no reciben ningún suministro adicional. Estas variaciones se relacionan con factores como ubicación geográfica, infraestructura disponible, nivel de organización comunitaria y criterios administrativos que no siempre están estandarizados.

Con ello, se hizo un comparativo entre Volumen requerido y capacidad real de cobertura; revelando un persistente déficit hídrico, reflexionando sobre la necesidad de fortalecer prácticas ecológicas para enfrentar esta carencia. Pese al apoyo existente, 9 de los 19 casos evidencian una cobertura insuficiente, con faltantes de hasta 128,883 litros. Esto compromete seriamente el derecho al agua y repercutiendo en salud, higiene y desarrollo. La coexistencia de hogares con cobertura total junto a otros con carencias muestra una inequidad estructural en la distribución del recurso. La dependencia a pipas y garrafones, implican mayor costo y menor estabilidad y, acentúa la vulnerabilidad. Los resultados reflejan un acceso desigual donde la cobertura básica no garantiza suficiencia y, los mecanismos de apoyo tienen una distribución inequitativa. Ante ello, se requieren estrategias que aborden no solo el volumen, sino también calidad, regularidad y asequibilidad del agua disponible.

El gasto anual en abastecimiento de agua se diferenció entre 4 fuentes: pipa, garrafón, apoyo SAPAL y SCALL, identificando patrones de dependencia económica hacia servicios externos y el grado de avance hacia un modelo autosuficiente. Los resultados revelan que el costo anual puede superar los 11,000 MXN en algunos casos, evidenciando que el uso de pipas y garrafones representa una carga económica considerable y una vulnerabilidad fren-

te a interrupciones o aumentos de precio. En contraste, el SCALL, ofrece una opción económicamente viable. Por ejemplo, en la entrevista 1, el uso de SCALL representa alrededor del 31% del gasto total, sugiriendo que, aunque requiere una inversión inicial, podría generar ahorro a mediano y largo plazo. Además, el SCALL destaca por reducir la dependencia financiera y fortalecer la resiliencia hídrica. Se recomienda impulsar políticas públicas que subsidien e instalen estas prácticas, sobre todo en comunidades con elevados gastos para el suministro de agua. Con el fin de evaluar la viabilidad financiera del abastecimiento de agua, se realizó una comparación entre el consumo anual requerido y la cantidad real disponible, estructurando 3 escenarios de cobertura:

Pipa. Con un costo promedio de 1,250 MXN por pipa, se estima que cada hogar requiere entre 8 y 21 pipas/año. El gasto anual va de 10,300 a 26,130 MXN, con un promedio de 15,360 MXN. Opción más económica pero no garantiza la calidad, limitando su uso a actividades o generando costo extra en tratamiento.

Garrafones. Con un precio promedio de 55 MXN por garrafón, el requerimiento oscila entre 4,120 y 10,450 garrafones/año. Esto se traduce en un gasto entre 226,594 y 574,860 MXN, con un promedio de 337,837 MXN por hogar. Aunque asegura calidad para consumo humano, es el modelo menos viable económicamente.

Garrafón y Pipa. Este escenario cubre el agua potable, tanto la adquirida mediante garrafón y la obtenida por pipa, estimando un consumo anual de 157 garrafones y 12 pipas por hogar. El gasto total va de 15,930 y 38,980 MXN, (23,625 MXN en promedio). Lo que equilibra costo y seguridad sanitaria, ofreciendo una alternativa racional, aunque no sea la más económica.

Los resultados evidencian que la opción de garrafón garantiza calidad, pero implica un alto costo; mientras que la pipa, aunque más accesible, no asegura potabilidad. La estrategia combinada se perfila como solución funcional que optimiza recursos sin comprometer salud.

Apartado 2: Conocimiento y adopción de ecotecnias

Este apartado evaluó la implementación de prácticas, confirmando que todas las participantes aplican al menos una. De acuerdo con lo reportado, del 100% de entrevistadas, 47.4% evita el uso de agua en la descarga del inodoro al contar con baño seco dentro del hogar; el 100% ha adoptado el SCALL, 94.7% realiza prácticas de reutilización de agua, 21.1% tiene dentro del hogar un sistema de filtración de agua y, 5.3% hace uso de calentador solar. Frente al consumo anual de 35,280 a 94,080 litros por hogar con sanitario tradicional, quienes cuentan con baño seco reportan consumo nulo, logrando un ahorro del 100%; por ejemplo, un hogar de 6 personas ahorra aproximadamente 70,560 litros/año. Esta práctica reduce la demanda de agua, los costos de abastecimiento y tratamiento, y puede generar ahorros de entre 70 y 190 m³/año, especialmente en zonas con estrés hídrico o sin infraestructura de saneamiento. Aunque los beneficios del baño seco destacan por su eficiencia teórica en el ahorro de agua, es preciso notar que estos datos se basan en la experiencia reportada por las usuarias y no en mediciones volumétricas directas. El reúso de agua en actividades domésticas es una práctica común, realizada por el 95% de las participantes. Las principales fuentes de aguas grises son el lavado de ropa (94.4%), lavado de trastes (77.8%) y duchas (44.4%).

A partir de testimonios recabados en comunidades, se identificó que el agua reutilizada se destina sobre todo a la limpieza del hogar (100% de las entrevistadas), al riego de jardín o patio (82.4%) y, en menor medida, a la descarga de sanitario (41.2%), lo cual se relaciona con el uso de baño seco reportado en 47.7% de los hogares. Esto representa ahorros estimados entre 8,424 y 21,060 litros/año por hogar, calculados con base en un coeficiente promedio de reúso del 15% (Kesari *et al.*, 2021) y en prácticas reportadas en las entrevistas. Cabe señalar que para un aprovechamiento más amplio sería necesaria la implementación o adecuación de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Se investigó el uso del agua captada por SCALL, encontrando una amplia variedad de aplicaciones, del 100% de los hogares entrevistados, 94.7% la emplea para aseo general, 89.5% para riego, 84.2% en lavado de ropa e higiene personal, 75% en preparación de alimentos y lavado de utensilios y, 11% para consumo humano, descarga

de inodoro y animales. En cuanto al número de SCALL, 52.6% de los hogares tiene dos SCALL y 36.8% uno, reflejando una adopción significativa. El 84.2% de los SCALL tiene capacidad de 5,000 litros y el 47.4% de 10,000 litros. Los captadores más comunes son tanques prefabricados (Rotoplas, 89.5%) y cisternas de ferrocemento (52.6%). La mayoría de los SCALL fueron adquiridos sin pago directo, aunque los beneficiarios participaron en tareas como nivelación, construcción de bases e instalación. La implementación fue respaldada por programas públicos como REPROCOT, con subsidios del 70%, y aportaciones económicas entre el 10% y 30% del costo total, o solo en forma de mano de obra. Todas las participantes recibieron apoyo institucional, y el 78.9% complementó con recursos propios. Se documentaron aportes entre 2,000 y 15,000 MXN, dependiendo del tipo de sistema y número de captadores. El costo promedio asumido fue de 4,475 MXN, excluyendo escuelas rurales, cuyo gasto fue cubierto por la instancia ejecutora. También se registraron casos con falta de precisión en los montos y entidades involucradas, así como iniciativas autónomas sin apoyo externo, evidenciando una participación comunitaria activa que fortalece la sostenibilidad.

Previo al trabajo de campo, se contaba con registros del proyecto impulsado por el COTAS de León, cuya intervención tuvo lugar entre 2016 y 2018. Sin embargo, durante el levantamiento se identificaron nuevas implementaciones cuyo origen institucional no pudo ser precisado por las informantes, lo que sugiere que la mayoría fueron promovidas por actores distintos al COTAS. La distribución temporal muestra una clara concentración posterior a 2018, destacando los años 2023 (5 casos), 2022 (4 casos) y 2021 (3 casos). En contraste, solo se registraron 4 casos durante la intervención del COTAS (1 en 2017 y 3 en 2018), representando apenas el 21% del total documentado. Además, el 21.1% de las participantes no pudo precisar el año de instalación, debido a falta de documentación o desconocimiento sobre la entidad ejecutora. Estos hallazgos contradicen la hipótesis inicial y evidencian una expansión del sistema más allá del proyecto originalmente identificado.

El 84.2% de las participantes no conocía el concepto de ecotecnias antes de implementarlas, lo que evidencia una limitada difusión y acceso a información. Solo el 15.8% tenía conocimiento previo, principalmente por experiencias familiares en otras comunidades. Estos hallazgos subrayan la necesidad de fortalecer la comunicación y educación ambiental para fomentar una adopción más informada. Las ecotecnias fueron calificadas como “muy útiles”, sin opiniones negativas. Las razones más mencionadas incluyen: mejora en la seguridad hídrica y sensación

de tranquilidad (36%), aprovechamiento del agua de lluvia (28%), almacenamiento adicional (16%), ahorro económico (12%) y uso comunitario (8%). Se destacó la reducción del estrés hídrico, percibido como un “respiro” al contar con una fuente confiable, especialmente en temporada de lluvias, lo que ha motivado la ampliación de capacidad con tambos extra. El agua de lluvia dejó de verse como “un desperdicio” y pasó a ser una fuente efectiva, incluso descrita como “agua del cielo”. Además, se redujo la necesidad de adquirir agua, usando el SCALL como aljibe. En conjunto, se valora como una herramienta útil por su eficiencia técnica y su impacto en la vida cotidiana, la economía y la gestión del recurso, transformando la relación con el agua en contextos de escasez.

Apartado 3: Impacto y valoración de la ecotecnia

Con base en estimaciones derivadas en comunidad y en los datos de precipitación de estaciones cercanas a las cuatro comunidades (CONAGUA, SF), se identificó que el 52.6% de los hogares logra almacenar agua de lluvia suficiente para cubrir sus necesidades entre 4 y 7 meses al año, evidenciando una eficiencia notable. En relación con el consumo realizado, no reportaron un aumento; por el contrario, se identificó una mayor conciencia sobre el uso responsable. El principal cambio señalado fue la percepción de seguridad hídrica y capacidad de almacenamiento, destacando una sensación de tranquilidad. Si bien, el consumo se mantuvo estable, se notó una revalorización del agua y un compromiso sostenido con su cuidado. Respecto al impacto económico, el 100% reportó la disminución en costo asociado al acceso, destacando la reducción en la compra de pipas, pasando de 4-6 a solo 1-2 o, ninguna en varios meses. Se mencionó una baja en gasto de gasolina y esfuerzo físico por acarrear agua desde fuentes externas. Sobre la percepción de accesibilidad, coincidieron en que el costo fue razonable viendo el beneficio obtenido. Aunque no recordaban el monto exacto, lo consideraron una inversión justificada por el ahorro económico y la mejora en la seguridad hídrica.

Apartado 4: Percepción y sostenibilidad

El mantenimiento del SCALL fue descrito como fácil y sin complicaciones técnicas relevantes. Aunque la limpieza interna del tanque se consideró físicamente demandante, no se calificó como compleja. Las prácticas comunes incluyeron limpieza preventiva antes de lluvias (techos, canaletas, captadores), separación del agua de la primera lluvia, limpieza periódica y cierre adecuado para su uso como aljibe en temporada seca. La participación directa en la instalación, la capacitación inicial y el diseño sencillo facilitaron su adopción y gestión autónoma. La mayoría

recibió capacitación sobre funcionamiento, mantenimiento y recomendaciones, aunque algunas no recordaban todos los detalles; en un caso, el conocimiento se adquirió indirectamente a través de la comunidad. El 100% expresó disposición para recomendar las ecotecnias, destacando beneficios como seguridad hídrica, ahorro económico, menor dependencia externa, aprovechamiento del agua de lluvia y facilidad de uso. Entre los consejos compartidos sobresalen: animarse a probar el SCALL, complementar con tambos adicionales y verlo como una inversión a largo plazo con beneficios tangibles. En cuanto a dificultades, la mayoría no reportó problemas; los casos mencionados fueron menores y resolubles (desperfectos en llaves, bombas, canaletas, ubicación de cisterna o capacidad limitada). De los 19 casos, 14 no identificaron inconvenientes y 5 señalaron fallas leves, coincidiendo en que los beneficios superan ampliamente cualquier dificultad.

Apartado 5: Propuestas y mejoras

Desde la experiencia usuaria, se recopilieron propuestas para fortalecer la adopción y sostenibilidad del SCALL. Aunque fue considerado ampliamente recomendable, se señaló que su implementación requiere mayor visibilidad, educación ambiental y empatía social. Se sugirió difundir sus beneficios mediante testimonios reales, actividades comunitarias y medios locales, promoviendo una cultura del agua que impulse conciencia sobre la escasez y el uso responsable. Las participantes coincidieron en la necesidad de ampliar programas, aumentar la capacidad de almacenamiento y destacar los beneficios económicos, sociales y ambientales. También se propusieron esquemas de financiamiento accesibles, como cofinanciamientos entre hogares y programas institucionales. En conjunto, se reconoció que la sostenibilidad del SCALL depende de una combinación de apoyo institucional, adecuación técnica y estrategias de comunicación efectivas.

Comparativa de ahorro. Sin ecotecnias Vs. adopción de ecotecnias

El propósito del presente fue evaluar el impacto del uso de ecotecnias en el consumo y gasto de agua. Comparando 2 escenarios: uno con consumo convencional y otro bajo condiciones de su implementación.

En el escenario base, sin ecotecnias, se registró un consumo promedio anual de 148,140 litros/hogar, con un gasto asociado de aproximadamente 23,626 MXN. Valores que evidencian una alta dependencia de fuentes convencionales, representando no solo una carga económica considerable, sino también una presión adicional sobre el recurso hídrico local, especialmente en zonas con distribución irregular o escasa disponibilidad. Por contraste, en el

Tabla 3. Comparativo de ahorro entre garrafón/pipa e implementación de ecotecnias. Elaboración propia.

CON GASTO TOTAL (Ambos)	GASTO (1er año)	GASTO (Sigüientes años)	% DE AHORRO EN	AHORRO ECONÓMICO	
			Consumo de agua	1er año	Años sigüientes
\$30,015.00	\$14,800.00	\$ 11,300.00	100.00%	\$15,215.00	\$18,715.00
\$23,555.50	\$15,820.00	\$ 13,820.00	100.00%	\$7,735.50	\$9,735.50
\$20,276.00	\$18,600.00	\$ 13,200.00	100.00%	\$1,676.00	\$7,076.00
\$38,980.00	\$34,600.00	\$ 31,100.00	100.00%	\$4,380.00	\$7,880.00
\$20,336.00	\$12,800.00	\$ 10,000.00	100.00%	\$7,536.00	\$10,336.00
\$30,405.00	\$16,600.00	\$9,600.00	100.00%	\$13,805.00	\$20,805.00
\$25,667.50	\$9,400.00	\$5,900.00	66.64%	\$16,267.50	\$19,767.50
\$24,293.50	\$9,100.00	\$5,600.00	100.00%	\$15,193.50	\$18,693.50
\$31,992.50	\$21,760.00	\$16,160.00	100.00%	\$10,232.50	\$15,832.50
\$20,660.00	\$7,920.00	\$7,920.00	97.57%	\$12,740.00	\$12,740.00
\$20,276.00	\$11,200.00	\$8,200.00	100.00%	\$9,076.00	\$12,076.00
\$20,222.00	\$18,600.00	\$12,600.00	100.00%	\$1,622.00	\$7,622.00
\$29,025.00	\$6,000.00	\$3,000.00	89.31%	\$23,025.00	\$26,025.00
\$19,220.00	\$19,800.00	\$ 13,800.00	100.00%	\$ -	\$5,420.00
\$16,048.50	\$6,000.00	\$3,000.00	91.64%	\$10,048.50	\$13,048.50
\$16,432.50	\$40,200.00	\$ 25,200.00	100.00%	\$ -	\$ -
\$19,436.00	\$14,920.00	\$11,420.00	100.00%	\$4,516.00	\$8,016.00

escenario de implementación de ecotecnias, hubo una disminución significativa en el consumo, 89% en promedio y, en algunos casos, alcanzando el 100%. Demostrando su eficiencia tanto en ahorro hídrico como en costos operativos, posicionándose como estrategia efectiva para fortalecer la resiliencia hídrica. Sobre el ahorro económico, el promedio fue de 13,466 MXN por hogar, con margen de reducción que varía entre el 38.35% y el 100%, siendo el último el más frecuente. En la mayoría de los casos, su uso permitió eliminar completamente el gasto relacionado con el abastecimiento convencional, siendo un incentivo tangible para su adopción y réplica a mayor escala.

Discusión

El análisis realizado permitió estimar un consumo total anual entre 82,224 y 209,040 litros, con un promedio de 122,600 litros. Las actividades que registraron mayor consumo fueron: descarga del sanitario (66,291 litros/año), ducha (23,242 litros/año), lavado de ropa (9,246 litros/año) y lavado de trastes (6,278 litros/año), lo que evidencia que las prácticas básicas de higiene y saneamiento concentran el uso del recurso.

El consumo promedio por persona fue de 22,455 litros/año, cifra considerablemente inferior al umbral recomen-

dado por la ONU de 33,600 litros/persona/año. Todos los hogares entrevistados se sitúan por debajo de esta referencia, reflejando una situación generalizada de subconsumo hídrico, la cual posiblemente esté vinculada a restricciones de acceso, estrategias de ahorro extremo, o incluso a carencias estructurales. Y como se observa, ningún hogar alcanza el estándar, siendo una brecha que plantea preocupaciones respecto al cumplimiento del derecho humano al agua. La OMS (2023) establece que el acceso a entre 50 y 100 litros diarios por persona ($\approx$ 18,250 a 36,500 litros anuales); siendo esencial para asegurar condiciones básicas de salud, dignidad y bienestar. Que todos los hogares se encuentren por debajo del umbral mínimo de 33,600 litros/persona/año, confirma una vulnerabilidad hídrica estructural, con impacto potencial en salud, higiene, equidad de género y calidad de vida. El contraste entre el consumo observado y el estándar internacional pone de relieve una brecha sustantiva que requiere intervención urgente desde políticas públicas, infraestructura y estrategias que garanticen el acceso equitativo y suficiente.

La problemática expuesta no es exclusiva de la región estudiada. De forma generalizada, en zonas rurales de México y América Latina, se ha documentado que el acceso desigual al agua limita el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 6, el cual busca garantizar que toda persona tenga acceso a

agua potable segura, a servicios de saneamiento e higiene adecuados, y que se gestione de forma sostenible (Soares, 2021; Alfaro de la Torre *et al.*, 2021). Además, el estrés hídrico en México se ha intensificado, ubicando al país en el lugar 26 a nivel mundial por su nivel de riesgo (UNESCO, 2025). El estudio también estimó el volumen de agua que deja de consumirse anualmente en hogares que han adoptado estas prácticas, como el baño seco. Realizando una comparación con los datos de consumo en aquellos hogares que sí emplean agua para esta función. En varios casos, se reporta un ahorro total, lo que indica que no se utiliza agua. Este ahorro es especialmente relevante si se considera que, según la literatura especializada, la descarga del sanitario representa uno de los mayores consumos de agua en el hogar. Eliminar esta demanda, constituye una estrategia eficaz de mitigación, particularmente en contextos de estrés hídrico o baja disponibilidad de fuentes seguras. Afirmando el potencial de ahorro hídrico derivado de ellas. De acuerdo con los testimonios recabados, los hogares con baños secos logran una reducción total estimada de consumo en sanitario de 47 m³/año por hogar; cifra estimada con base al número de habitantes por hogar y el número de descargas en promedio por persona; lo cual refuerza su viabilidad como estrategia sostenible de gestión del agua en el entorno doméstico.

Los hallazgos reflejan que el SCALL contribuye significativamente a la autonomía hídrica parcial, permitiendo a los hogares extender el uso del agua de lluvia por varios meses. Esto lo posiciona como herramienta de adaptación ante la escasez o irregularidad en el suministro. Sin embargo, los resultados también revelan que la capacidad de almacenamiento actual (12,500 litros en promedio) resulta insuficiente para captar el potencial total de lluvia (36,956 litros), lo que sugiere que la autonomía podría incrementarse con mayor infraestructura de almacenaje. Las entrevistadas coincidieron en que esta ecotecnia es deseable, replicable y eficiente, especialmente en lugares donde el acceso al agua es limitado o costoso. Se valoró el aprovechamiento de un recurso antes desaprovechado, junto con la tranquilidad de contar con una fuente adicional. Sin embargo, señalaron barreras que podrían limitar su adopción, como la baja valoración del recurso entre quienes cuentan con agua entubada, o el desinterés en su mantenimiento. Por tanto, se enfatiza la necesidad de sensibilización y educación ambiental que promuevan los beneficios y su adopción. Este tipo de sistemas ha sido promovido por programas como PROCAPTAR, que entre 2016 y 2024 benefició a más de 159,000 habitantes en zonas rurales, incluyendo comunidades indígenas (CONAGUA, 2025). Además, estudios recientes han demostrado que el SCALL puede mejorar la bioseguridad alimentaria y la productivi-

dad en zonas áridas (Pedroza Sandoval *et al.*, 2025).

Se identificó que el SCALL es valorado como sostenible, de mantenimiento sencillo y alta utilidad. Su adopción se vio facilitada por la capacitación recibida, la simplicidad del diseño y los beneficios tangibles en seguridad hídrica, ahorro económico y autonomía doméstica. Aunque se detectaron obstáculos menores, estos no influyeron negativamente en la satisfacción general, y las entrevistadas se perciben como promotoras, ofreciendo recomendaciones prácticas para facilitar la adopción. Los resultados también revelan que el SCALL es altamente recomendable, aunque su difusión requiere acciones estratégicas en 3 dimensiones: visibilidad, educación y conciencia social. Las participantes identificaron como fundamentales la divulgación de beneficios tangibles, mediante testimonios reales, actividades y el uso de medios comunitarios. Subrayaron además la importancia de fomentar una cultura del agua y generar empatía hacia comunidades con acceso limitado. En este sentido, se plantea que la sostenibilidad de las ecotecnias requiere no solo funcionalidad técnica, sino también transformaciones culturales.

Limitaciones

Si bien el presente aporta evidencia valiosa, es importante reconocer sus limitaciones. Dentro de las cuales, reconocemos un sesgo de autoinforme, dado que los datos de consumo fueron estimados por las propias usuarias, se reconoce la posible presencia de subregistros e imprecisiones. Este sesgo es común en estudios comunitarios y debe considerarse al interpretar los resultados (Reyna Bensuán, 2011). Además, se comprende la posible afectación respecto a la eficiencia del SCALL por las fluctuaciones estacionales en la disponibilidad de agua de lluvia, generando un factor de variabilidad climática. Número reducido de entrevistas: Aunque se logró diversidad en perfiles, el tamaño de muestra limita la generalización de los resultados y, finalmente, consideramos que, a futuro, aún se requiere contrastar estos hallazgos con experiencias similares en otras regiones de México o Latinoamérica para reforzar su novedad y replicabilidad (Ortiz Escoto *et al.*, 2024).

Asimismo, se reconoce que la información sobre prácticas como el uso de baños secos y filtros depende del autorreporte de las participantes, lo que constituye una limitación en la validación técnica rigurosa de su funcionamiento.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la implementación de ecotecnias representa una estrategia altamente efectiva para la gestión sustentable del agua en contextos de estrés hídrico. Además, permiten afirmar que la implementación de ecotecnias representa una vía eficaz para la gestión sustentable, donde el SCALL se posiciona como el eje de resiliencia frente al desabasto en contextos caracterizados por estrés hídrico y ausencia de conexión a la red municipal de distribución. Este enfoque evidencia el papel del SCALL y las prácticas de reúso en la optimización del recurso.

En este escenario, la reducción observada en el consumo, mayor al 89% respecto a la ausencia de estas prácticas, debiendo entenderse como un fenómeno complejo, por un lado, refleja la limitada disponibilidad de agua, que condiciona de manera estructural el volumen utilizado y; por otro lado, evidencia el papel de las ecotecnias y prácticas de reúso en la optimización del recurso. Es importante señalar que, aunque estos consumos se encuentran por debajo de los mínimos recomendados por la ONU y la CONAGUA para garantizar condiciones sanitarias y de higiene adecuadas, sí representan una mejora frente a situaciones de desabasto o por la dependencia exclusiva de pipas y garrafones, contribuyendo a una mayor estabilidad en el acceso cotidiano al agua. Respecto al rubro económico, la disminución del gasto en más del 58% se calculó en relación con el costo anual que recae directamente en los usuarios, quienes deben adquirir garrafones y contratar pipas particulares para su abastecimiento, con apoyo intermitente de pipas por parte de SAPAL. En este contexto, el uso de SCALL y otras ecotecnias representa un ahorro tangible y significativo, al reducir la necesidad de recurrir a fuentes externas. Reconocemos, no obstante, que, en un escenario con abastecimiento formal en cumplimiento de su obligación constitucional, aspecto que se aborda en otro apartado del trabajo doctoral mediante un análisis hipotético del costo de extender la red de distribución a estas comunidades.

Al incluir en la muestra a instituciones educativas (2 casos), se dilucida que estas prácticas son escalables y adaptables a diversos perfiles de usuarios, abriendo la posibilidad de replicar experiencias en otros ámbitos. Sin embargo, la variabilidad en los porcentajes de ahorro observados responde a factores como grado de adopción, el mantenimiento del sistema y las condiciones climáticas locales, subrayando la necesidad de acompañar la implementación con capacitación y seguimiento.

En conjunto, los hallazgos proporcionan evidencia sólida sobre los beneficios directos de las ecotecnias en la gestión del agua, su incorporación no solo reduce el consumo y el gasto en el contexto actual de desabasto, sino

que también fortalece la resiliencia hídrica comunitaria, promueve la autonomía y contribuye a la equidad en el acceso, aun reconociendo que no constituyen una solución completa a las necesidades de consumo e higiene en los estándares internacionales.

Estos hallazgos se alinean con los objetivos del Plan Nacional Hídrico 2024–2030, que promueve la tecnificación del uso del agua, el saneamiento de ríos y la instalación de sistemas alternativos en zonas de alto estrés hídrico (Gobierno de México, 2024).

Por ello, se recomienda impulsar políticas públicas que promuevan su adopción, acompañadas de programas de capacitación, financiamiento y sensibilización que garanticen su instalación, mantenimiento y sostenibilidad a largo plazo. Además, se sugiere articular estas estrategias con enfoques participativos y culturales que reconozcan las prácticas locales y fomenten una ciudadanía hídrica activa. La interdisciplina, el enfoque territorial y la inclusión de saberes ancestrales serán claves para consolidar modelos replicables y justos de gestión comunitaria del agua.

Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado y la Dirección de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, por el respaldo institucional y por dar herramientas, recursos y apoyo para el desarrollo de proyectos académicos.

Referencias

- Alfaro de la Torre MC, Tejeda González JC, García Romero E, Salto Quintana F, González Balderas RM (2021). Situación del abastecimiento de agua a las poblaciones rurales en México: estudio de caso en San Luis Potosí. *Aqua-LAC* 13(2):115–137. doi:10.29104/phi-aqualac/2021-v13-2-09
- Anaya Garduño M, Pérez Hernández A, López Hernández NA, Martínez Ponce IR (2018). Sistemas de captación del agua de lluvia (SCALL): Manual técnico. Colegio de Postgraduados. <https://g-22.org/uploads/1/1/9/3/11936477/manual-colpos-feb2019.pdf>
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2025). Lineamientos técnicos: Sistema de Captación de Agua de Lluvia a nivel vivienda. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/976468/Lineamientos_t_cnicos_SCALL_2025.pdf
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2018). Inodoros sustentables, otra forma de cuidar el agua. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/inodoros-sustentables-otra-forma-de-cuidar-el-agua?idiom=es&:text=Una%20persona%20utiliza%20en%20promedio,hasta%2016%20litros%20de%20agua>.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (s.f.). Normales climatológicas por estado. Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado el 3 de junio de 2025, de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=gto>

Díaz-Bravo L, Torruco-García U, Martínez-Hernández M, Varela-Ruiz M (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica* 2(7):162–167. <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733228009.pdf>

Domènech L, & Saurí D (2010). Socio-technical transitions in water scarcity contexts: Public acceptance of greywater reuse in the Metropolitan Area of Barcelona. *Resources, Conservation and Recycling* 55(1):53–62. doi:10.1016/j.resconrec.2010.07.001

Gobierno de México. (2024). Plan Nacional Hídrico 2024–2030. *Comisión Nacional del Agua*. <https://agua.org.mx/biblioteca/plan-nacional-hidrico-2024-2030-gobierno-de-mexico/>

Kesari KK, Soni R, Jamal QMS, Tripathi P, Lal JA, Jha NK, Siddiqui MH, Kumar P, Tripathi V, Ruokolainen J (2021). Wastewater Treatment and Reuse: A Review of its Applications and Health Implications. *Water, Air, & Soil Pollution* 232(208). doi:10.1007/s11270-021-05154-8

Montero Contreras D (2020). El abastecimiento de agua en Iztapalapa. Un análisis institucional. *Revista de Economía Institucional*. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/ecoins/article/view/6554>

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2023). Water, sanitation and hygiene (WASH). Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2009). WHO guidelines for drinking-water quality (WHO/HSE/WSH/09.05). https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70050/WHO_HSE_WSH_09.05_eng.pdf

Ortiz Escoto C, Turrubiates Contreras MI, Violante Gavira AE, Aguilar Ramírez M (2024). Mecanismos de adaptación al cambio climático: análisis de técnicas de cosecha de agua de lluvia. *Jóvenes en la Ciencia*. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4470>

<https://www.cic.cn.umich.mx/cn>

Pedroza Sandoval M, Rodríguez Herrera B, Ímaz Gispert MA (2025). Brecha de género y acceso al agua: una lucha por la equidad y la sostenibilidad. *ANEAS Blog*. <https://www.aneas.com.mx/brecha-genero-acceso-agua-equidad-sostenibilidad/>

Ramírez Hernández JC (2024, marzo 12). ¿De cuántos litros es una cubeta estándar en México? *M-24*. https://m-24.com.ar/de-cuantos-litros-es-una-cubeta-estandar-en-mexico/?expand_article=1

Reyna Bensusán N (2011). Retos de la gestión sustentable de los servicios de agua y saneamiento en comunidades rurales: Caso de estudio de Tacotalpa, Tabasco (LC/MEX/L.1050). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/37291>

Robinson Trápaga DG, Díaz-Carrión IA (2019). Empoderamiento de la mujer rural e indígena en México a través de grupos productivos y microempresas sociales. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía* 9(17):91–108. <https://www.redalyc.org/journal/5045/504558496006/html/>

Ruíz L (2024). ¿Cuántos litros de agua consume una lavadora en cada lavado? *Enik.es*. <https://enik.es/cuantos-litros-de-agua-consume-una-lavadora-en-cada-lavado/>

Soares D (2021). Territorio, género y derechos: el agua y el saneamiento en debate. *Perfiles Latinoamericanos* 30(59). doi:10.18504/pl3059-013-2022

UNATSABAR (2001). Guía de diseño para captación de agua de lluvia. *Organización Panamericana de la Salud*. <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Gu--a-de-disc--o-para-Captacion-de-agua-de-lluvia.pdf>

UNESCO (2025). Agua, género y clima en América Latina y el Caribe: mejores datos para mejores estrategias de adaptación; estudios de casos (WWAP/SC-2025/PI/1). *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000392394>