

Sincelejo 23 de Mayo de 2026

DISEÑO, MODELADO Y PROTOTIPADO DE UN SISTEMA MODULAR DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO

DESIGN, MODELING AND PROTOTYPING OF A MODULAR RAINWATER HARVESTING SYSTEM
FOR LOW-COST HOUSING

*Miguel Ángel Morales Salcedo - Luisa Fernanda Oviedo Gómez - Ing. Arnoldo Fdo. Yepes Acosta -
TecnoAcademia Itinerante Sena Regional Sucre*

Resumen

Este proyecto tiene como propósito diseñar, modelar y construir un sistema modular de captación de agua lluvia a escala, orientado a representar una alternativa sostenible para el aprovechamiento del recurso hídrico en viviendas de bajo costo. Se pretende integrar herramientas de diseño paramétrico, modelado 3D y manufactura aditiva para desarrollar componentes como techo, canaletas, tubería bajante, sistema de primeras aguas, tanque de almacenamiento, base estructural y salida de agua.

El estudio incorpora fundamentos de investigación aplicada, sostenibilidad ambiental e innovación tecnológica, con el fin de fortalecer competencias en diseño técnico, ensamble de piezas, optimización estructural y resolución de problemas reales. Se desarrollará mediante una metodología organizada por fases, que incluye investigación y planeación, diseño y modelado 3D, prototipado, validación funcional y socialización de resultados.

Abstract

The purpose of this project is to design, model, and build a full-scale modular rainwater harvesting system intended to serve as a sustainable alternative for water resource management in low-cost housing. The goal is to integrate parametric design tools, 3D modeling, and additive manufacturing to develop components such as the roof, gutters, downspouts, primary water system, storage tank, structural base, and water outlet.

The study incorporates principles of applied research, environmental sustainability, and technological innovation to strengthen skills in technical design, component assembly, structural optimization, and real-world problem-solving. It will be carried out using a phased methodology that includes research and planning, design and 3D modeling, prototyping, functional validation, and dissemination of results.

Palabras clave: *Captación de agua lluvia; modelado 3D; diseño paramétrico; manufactura aditiva; sostenibilidad; prototipado.*

Keywords: *Rainwater harvesting; 3D modeling; parametric design; additive manufacturing; sustainability; prototyping.*

Sincelejo 23 de Mayo de 2026

Introducción

El agua constituye un recurso esencial para la vida, la salud pública, la producción de alimentos, el desarrollo económico y la sostenibilidad de los ecosistemas. No obstante, su disponibilidad y aprovechamiento continúan siendo desafíos relevantes a nivel mundial, especialmente en territorios donde las condiciones climáticas, económicas o de infraestructura limitan el acceso constante al recurso hídrico. Según el *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2024*, alrededor de 2.200 millones de personas no contaban en 2022 con servicios de agua potable gestionados de forma segura, lo que evidencia la necesidad de fortalecer estrategias orientadas a la gestión sostenible del agua (UNESCO, 2024). De igual manera, el Programa Conjunto de Monitoreo de la OMS y UNICEF reportó que el 27 % de la población mundial carecía de agua potable gestionada de manera segura en el hogar, situación que demuestra que el problema no solo está relacionado con la existencia del recurso, sino también con su almacenamiento, distribución, calidad y uso eficiente (OMS y UNICEF, 2023).

En América Latina y el Caribe, la captación y almacenamiento de agua lluvia se ha reconocido como una alternativa técnica viable para mejorar la disponibilidad del recurso hídrico, especialmente en comunidades rurales, periurbanas o con dificultades de abastecimiento. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura plantea que las técnicas de captación de agua lluvia permiten aprovechar un recurso natural disponible, siempre que se

implementen sistemas adecuados para recolectarlo, conducirlo y almacenarlo de forma segura y eficiente ((FAO), 2013). En Colombia, aunque existe una importante riqueza hídrica, la disponibilidad del agua varía según el territorio, la época del año y las condiciones climáticas. El IDEAM, a través del *Estudio Nacional del Agua*, analiza variables como oferta, demanda, calidad del agua, sequías, inundaciones y riesgo de desabastecimiento, lo que confirma la necesidad de promover soluciones complementarias para el uso responsable del agua (IDEAM, 2022).

A pesar de la importancia de este recurso, en muchas viviendas, espacios educativos y entornos comunitarios el agua lluvia no se aprovecha de manera adecuada. En numerosos casos, el agua que cae sobre los techos se pierde por escorrentía, se dirige hacia desagües o genera acumulaciones superficiales sin ser recolectada ni almacenada para usos alternativos. Esta situación representa una oportunidad desaprovechada, debido a que el agua lluvia podría emplearse en actividades no potables como riego, limpieza, descarga sanitaria o prácticas educativas demostrativas. Sin embargo, para lograrlo se requiere comprender que un sistema de captación pluvial no consiste únicamente en recoger agua en un recipiente, sino en integrar de manera funcional componentes como superficie de captación, canaletas, tubería bajante, sistema de primeras aguas, tanque de almacenamiento, base estructural y salida controlada.

En este contexto, se identifica un vacío formativo y tecnológico relacionado con la falta de prototipos didácticos que permitan estudiar, representar y validar el

Sincelejo 30 de Julio de 2025

funcionamiento de sistemas de captación de agua lluvia a escala. Aunque los estudiantes pueden reconocer la importancia del cuidado del agua desde una perspectiva conceptual, no siempre cuentan con experiencias prácticas que integren investigación aplicada, diseño paramétrico, modelado 3D, manufactura aditiva y validación funcional. Esta limitación reduce las oportunidades de transformar una problemática ambiental en una solución tecnológica concreta, especialmente en procesos de formación básica-intermedia en diseño y construcción de prototipos mecánicos. Por lo anterior, el presente artículo plantea el diseño, modelado y prototipado de un sistema modular de captación de agua lluvia a escala para viviendas de bajo costo. La propuesta busca integrar herramientas de modelado 3D, especialmente FreeCAD, con procesos de manufactura aditiva para desarrollar un prototipo compuesto por techo, canaletas, bajante, sistema de primeras aguas, tanque modular, base estructural y salida de agua. El uso del diseño paramétrico permite ajustar variables como dimensiones, inclinaciones, diámetros, espesores y tolerancias de ensamble, facilitando la optimización progresiva del sistema antes de su fabricación física.

La pregunta central que orienta esta investigación es: ¿cómo puede un prototipo modular de captación de agua lluvia a escala contribuir al aprovechamiento sostenible del agua en comunidades con necesidades de abastecimiento complementario? A partir de esta pregunta, el objetivo general del estudio es diseñar, modelar y prototipar un sistema modular de captación de agua lluvia a escala,

mediante herramientas de modelado 3D y manufactura aditiva, que permita representar el aprovechamiento sostenible del agua en viviendas de bajo costo. Para ello, se propone investigar los principios básicos de los sistemas de captación pluvial, diseñar sus componentes mediante modelado 3D, fabricar un prototipo funcional mediante impresión 3D y validar su funcionamiento mediante pruebas básicas de captación, conducción, almacenamiento y salida controlada del agua

Metodología

1. Tipo de investigación:

El proyecto tendrá un enfoque mixto, debido a que combinará elementos cualitativos y cuantitativos. Desde el enfoque cualitativo, se analizarán las características de los sistemas de captación de agua lluvia, sus componentes, funcionamiento, ventajas, limitaciones y posibles aplicaciones en viviendas de bajo costo. También se observará el proceso de diseño, construcción, ensamble y mejora del prototipo, teniendo en cuenta la experiencia de los estudiantes y las decisiones tomadas durante el desarrollo del proyecto.

Desde el enfoque cuantitativo, se realizarán mediciones básicas durante la validación del prototipo, tales como cantidad de agua captada, tiempo de conducción del agua, presencia de fugas, volumen almacenado y estabilidad del sistema. Estos datos permitirán evaluar de manera objetiva el funcionamiento del modelo físico y realizar ajustes técnicos en los componentes diseñados.

Sincelejo 30 de Julio de 2025

2. Diseño de investigación

El diseño de investigación será descriptivo y experimental a escala. Será descriptivo porque se caracterizarán los componentes, funciones y condiciones necesarias para el funcionamiento de un sistema de captación de agua lluvia. También será experimental a escala porque se construirá un prototipo físico que será sometido a pruebas controladas para verificar su funcionamiento, detectar fallas y proponer mejoras.

El proyecto se desarrollará bajo una metodología de aprendizaje basado en proyectos, ya que los estudiantes participarán en la identificación del problema, la investigación, el diseño digital, la fabricación, la validación y la socialización del resultado final.

3. Población y muestra

- Población: La población del proyecto estará conformada por estudiantes vinculados a procesos de formación en diseño y modelado 3D, con nivel básico-intermedio, interesados en el desarrollo de soluciones tecnológicas sostenibles.
- Muestra: Corresponderá al grupo de estudiantes que participará directamente en el semillero de investigación y en la construcción del prototipo

4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Revisión documental, mediante la cual se consultarán fuentes relacionadas con captación de agua lluvia, sostenibilidad

ambiental, diseño modular, modelado 3D, diseño paramétrico y manufactura aditiva.

- Observación directa, aplicada durante las fases de modelado, impresión, ensamblaje y validación del prototipo.
- Registro experimental, utilizado durante las pruebas funcionales del sistema. A través de esta técnica se recopilarán datos sobre el comportamiento del agua dentro del prototipo, el volumen captado, la eficiencia de conducción, la capacidad de almacenamiento y la presencia de fugas.
- Como instrumentos se emplearán una bitácora de proyecto, fichas de observación, lista de chequeo de componentes, tabla de registro de pruebas, fotografías y videos.

5. Procedimiento metodológico

El procedimiento se desarrollará en cuatro fases principales.

• Fase 1. Investigación y planeación

En esta fase se realizará la revisión documental sobre sistemas de captación de agua lluvia, viviendas de bajo costo, sostenibilidad ambiental y diseño de prototipos. También se definirá el problema, la pregunta de investigación, los objetivos, los componentes del sistema y los criterios iniciales de diseño. Los estudiantes elaborarán bocetos preliminares, identificarán materiales disponibles y establecerán roles de trabajo dentro del equipo.

Como resultado de esta fase se espera obtener un documento base de investigación, una lista

Sincelejo 30 de Julio de 2025

de componentes, una propuesta inicial de diseño y una planificación general del proceso.

- **Fase 2. Diseño y modelado 3D**

En esta fase se diseñarán digitalmente los componentes del sistema mediante software de modelado 3D, principalmente FreeCAD. Se modelarán el techo, las canaletas, la tubería bajante, el sistema de primeras aguas, el tanque modular, la base estructural y la salida de agua. Cada pieza será diseñada considerando criterios de escala, funcionalidad, ensamble, espesor de pared, estabilidad y facilidad de impresión.

También se aplicarán principios de diseño paramétrico para modificar dimensiones como largo, ancho, altura, inclinación, diámetro y tolerancias de unión. Posteriormente, se realizará el ensamble digital del sistema para verificar que las piezas se conecten correctamente y no presenten interferencias.

- **Fase 3. Prototipado y ensamblaje**

En esta fase se prepararán los archivos para impresión 3D mediante un software laminador. Se definirán parámetros como altura de capa, porcentaje de relleno, orientación de impresión, soportes y tiempo estimado de fabricación. Luego se imprimirán las piezas diseñadas y se revisará su calidad dimensional y estructural.

Después de la impresión, se realizará el ensamble físico del sistema modular. Se unirán las piezas principales y se verificará que el agua pueda desplazarse desde el techo hacia las canaletas, luego a la bajante, al sistema de primeras aguas y finalmente al tanque de

almacenamiento. Si se identifican errores de ajuste, fugas o inestabilidad, se harán modificaciones en el modelo digital y se imprimirán nuevamente las piezas necesarias.

Como resultado de esta fase se espera obtener un prototipo físico ensamblado y listo para pruebas funcionales.

- **Fase 4. Validación y socialización**

En esta fase se realizarán pruebas controladas para evaluar el funcionamiento del prototipo. Se simulará lluvia sobre el techo del sistema y se observará el recorrido del agua. Se medirá el volumen captado, el tiempo de conducción, la presencia de fugas, el comportamiento del sistema de primeras aguas, la estabilidad de la estructura y la salida controlada del agua almacenada. Los datos obtenidos serán registrados en tablas de prueba y complementados con fotografías y videos. Posteriormente, se analizarán los resultados para identificar fortalezas, fallas y posibles mejoras del prototipo.

Finalmente, se elaborará un informe técnico, una presentación del proyecto y una socialización de resultados, donde se explicará el problema abordado, el proceso de diseño, el funcionamiento del sistema, los resultados de validación y las mejoras futuras.

6. Análisis de datos

El análisis de datos se realizará de forma descriptiva. Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas, como volumen de agua captada, tiempo de conducción y cantidad de fugas observadas, serán organizados en tablas para facilitar su comparación e interpretación.

Sincelejo 30 de Julio de 2025

La información cualitativa, como observaciones del proceso de diseño, dificultades de ensamble, comportamiento del flujo y ajustes realizados, será analizada mediante categorías como funcionalidad, estabilidad, modularidad, facilidad de impresión, sostenibilidad y posibilidades de mejora. No se requerirá software estadístico avanzado, debido a que el proyecto corresponde a un prototipo formativo a escala. Sin embargo, se podrán utilizar hojas de cálculo para organizar datos, calcular promedios simples y representar resultados mediante tablas o gráficos básicos.

7. Consideraciones éticas

El proyecto se desarrollará con fines educativos, investigativos y demostrativos. La participación de los estudiantes deberá realizarse de manera responsable, respetando los acuerdos de trabajo colaborativo y las normas de seguridad del espacio de formación. Durante el uso de impresoras 3D y herramientas de prototipado, se deberán seguir las indicaciones de seguridad establecidas, evitando la manipulación inadecuada de equipos, superficies calientes, herramientas cortantes o componentes eléctricos. Asimismo, el uso del agua en las pruebas se hará de manera controlada para evitar desperdicios.

8. Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones del proyecto es que el sistema será desarrollado a escala, por lo tanto, sus resultados no podrán asumirse directamente como equivalentes a los de un sistema real instalado en una vivienda. Sin embargo, el prototipo permitirá

comprender principios básicos de funcionamiento y validar aspectos técnicos iniciales. Otra limitación puede estar relacionada con la disponibilidad de materiales, tiempo de impresión, precisión de la impresora 3D, resistencia del material utilizado y posibles fugas en las uniones. También puede presentarse dificultad para representar de forma exacta algunas condiciones reales, como intensidad de lluvia, presión del agua, durabilidad de materiales o calidad del agua recolectada.

A pesar de estas limitaciones, el proyecto mantiene su valor formativo, tecnológico y ambiental, ya que permite desarrollar un modelo funcional, replicable y mejorable, orientado al aprendizaje aplicado y a la promoción del aprovechamiento sostenible del agua lluvia.

Resultados y discusión

Se espera que el proyecto permita diseñar, modelar y construir un sistema modular de captación de agua lluvia a escala, capaz de representar de manera funcional el proceso de recolección, conducción, separación inicial, almacenamiento y salida controlada del agua. Mediante el uso de herramientas de modelado 3D y manufactura aditiva, se proyecta obtener un prototipo didáctico y funcional que facilite la comprensión del aprovechamiento sostenible del agua lluvia en viviendas de bajo costo. Asimismo, se espera que los estudiantes participantes fortalezcan competencias en investigación aplicada, diseño paramétrico, modelado 3D, impresión 3D, trabajo

Sincelejo 30 de Julio de 2025

colaborativo, resolución de problemas y sostenibilidad ambiental.

Resultado esperado	Indicador	Meta	Medición	Tiempo estimado
Investigación sobre sistemas de captación de agua lluvia	Fuentes consultadas y componentes identificados	≥5 fuentes revisadas y 7 componentes definidos	Matriz de revisión documental y fichas de análisis	Semana 1
Diseño digital del sistema modular	Piezas modeladas en 3D	7 componentes modelados: techo, canaletas, bajante, primeras aguas, tanque, base y salida	Archivos CAD, capturas del modelo y lista de chequeo	Semanas 2-3
Ensamble digital del prototipo	Sistema ensamblado virtualmente	1 modelo 3D completo y ensamblado	Revisión visual, capturas y verificación de interferencias	Semana 4
Fabricación del prototipo físico	Piezas impresas y ensambladas	1 prototipo funcional a escala	Bitácora técnica, fotografías y registro de impresión	Semanas 5-6
Validación funcional del sistema	Flujo de agua, fugas y almacenamiento evaluados	≥80 % de funcionamiento adecuado en pruebas básicas	Tabla de pruebas, observación directa y registro fotográfico	Semana 7
Fortalecimiento de competencias estudiantiles	Participación y desempeño en actividades	≥80 % de estudiantes con participación activa	Rúbrica, bitácora y observación directa	Todo el proyecto
Socialización del proyecto	Presentación técnica e informe final elaborados	1 informe final y 1 presentación técnica	Documento final, diapositivas y exposición del prototipo	Semana 8

De manera concreta, se espera que durante la primera semana los estudiantes realicen una revisión documental sobre sistemas de

captación de agua lluvia, identificando al menos cinco fuentes confiables y los siete componentes principales del sistema: techo, canaletas, tubería bajante, sistema de primeras aguas, tanque de almacenamiento, base estructural y salida de agua. Esta etapa permitirá construir la base técnica del proyecto y orientar las decisiones de diseño.

Entre las semanas dos y tres, se proyecta el diseño digital de los componentes mediante herramientas de modelado 3D, principalmente FreeCAD. Se espera obtener siete piezas modeladas con criterios de escala, funcionalidad, ensamble, espesor y sostenibilidad. En la cuarta semana, estos componentes deberán integrarse en un modelo 3D ensamblado, permitiendo verificar posibles interferencias, errores dimensionales o ajustes necesarios antes de iniciar la fabricación.

Durante las semanas cinco y seis, se espera fabricar un prototipo físico funcional mediante impresión 3D y materiales complementarios. El prototipo deberá permitir la simulación del recorrido del agua desde la superficie de captación hasta el tanque de almacenamiento, evidenciando el papel de cada componente dentro del sistema. En la semana siete, se realizará la validación funcional mediante pruebas básicas de flujo, fugas, conducción, separación inicial y almacenamiento, esperando alcanzar al menos un 80 % de funcionamiento adecuado según los criterios definidos en la lista de chequeo.

Desde el ámbito formativo, se anticipa que al menos el 80 % de los estudiantes participantes se involucren activamente en las actividades de investigación, diseño, fabricación, validación y socialización. Esto permitirá fortalecer competencias en diseño paramétrico, modelado 3D, manufactura aditiva, trabajo colaborativo, pensamiento crítico y

Sincelejo 30 de Julio de 2025

sostenibilidad ambiental. Finalmente, en la semana ocho se espera consolidar un informe técnico, una presentación del proyecto y una propuesta con al menos tres mejoras futuras, de manera que el prototipo pueda proyectarse como una herramienta educativa, ambiental y tecnológica para comprender el aprovechamiento sostenible del agua lluvia en viviendas de bajo costo.

Conclusiones

El desarrollo del proyecto permite establecer que el diseño, modelado y prototipado de un sistema modular de captación de agua lluvia a escala constituye una estrategia pertinente para representar el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico en viviendas de bajo costo. A partir del objetivo general, se concluye que la integración de herramientas de modelado 3D, diseño paramétrico y manufactura aditiva facilita la creación de un prototipo funcional capaz de demostrar las etapas básicas de captación, conducción, separación inicial, almacenamiento y salida controlada del agua lluvia.

En relación con la investigación de los sistemas reales de captación de agua lluvia, se reconoce que estos requieren una organización técnica adecuada de sus componentes para garantizar un funcionamiento eficiente. El análisis de referentes permitió comprender que la captación pluvial no depende únicamente de recolectar agua, sino de diseñar correctamente la superficie de captación, las canaletas, la tubería bajante, el sistema de primeras aguas, el tanque de almacenamiento y los mecanismos de salida. Este conocimiento aporta una base técnica para orientar el diseño del prototipo y

evitar que la propuesta se limite a una representación visual sin funcionalidad.

Respecto al diseño de los componentes del sistema modular, se concluye que el uso del modelado 3D permite anticipar errores, ajustar dimensiones, analizar el ensamble entre piezas y mejorar progresivamente la estructura antes de su fabricación. El diseño paramétrico se convierte en un recurso clave porque posibilita modificar variables como inclinación, diámetro, altura, espesor y capacidad de almacenamiento, favoreciendo la adaptación del sistema a diferentes escalas o condiciones de trabajo. De esta manera, el proyecto aporta una ruta técnica para transformar una problemática ambiental en una solución diseñada digitalmente.

En cuanto a la fabricación del prototipo, se concluye que la manufactura aditiva permite materializar los componentes del sistema de manera accesible, flexible y replicable. La impresión 3D facilita la construcción de piezas personalizadas, la corrección de fallas de diseño y la elaboración de versiones mejoradas del prototipo. Esto demuestra que las tecnologías de fabricación digital pueden ser utilizadas en procesos de investigación formativa para crear soluciones funcionales relacionadas con la sostenibilidad ambiental.

La validación del prototipo permite comprobar si el sistema cumple con su propósito de representar el recorrido del agua desde el techo hasta el tanque de almacenamiento. Las pruebas de captación, conducción, separación inicial, fugas, estabilidad y salida controlada permiten identificar fortalezas y limitaciones del diseño, así como proponer ajustes para futuras versiones. Por esta razón, el proyecto

Sincelejo 30 de Julio de 2025

no solo genera un producto físico, sino también un proceso de análisis técnico basado en observación, medición y mejora continua.

El aporte principal del proyecto se encuentra en la articulación entre sostenibilidad, tecnología y educación aplicada. La propuesta permite que los estudiantes comprendan una problemática ambiental real y participen en el diseño de una solución concreta mediante herramientas digitales. Además, fortalece competencias en investigación aplicada, diseño técnico, modelado 3D, trabajo colaborativo, resolución de problemas e innovación, convirtiéndose en una experiencia formativa con valor académico y social.

Entre las limitaciones del proyecto se reconoce que el sistema se desarrolla a escala, por lo tanto, sus resultados no pueden asumirse directamente como equivalentes a los de una instalación real en una vivienda. También pueden presentarse restricciones relacionadas con el tipo de material utilizado, la precisión de la impresora 3D, el tiempo de fabricación, la resistencia de las piezas y la simulación controlada de la lluvia. No obstante, estas limitaciones no disminuyen el valor del proyecto, ya que permiten identificar oportunidades de mejora y orientar futuras investigaciones.

Como línea futura de trabajo, se propone optimizar el diseño del sistema mediante nuevas pruebas de flujo, incorporar sensores de nivel de agua, mejorar el sistema de primeras aguas, evaluar materiales más resistentes, integrar filtros básicos y explorar una versión ampliada del prototipo. Estas mejoras permitirían avanzar hacia sistemas más eficientes, didácticos y cercanos a aplicaciones

reales en comunidades o viviendas con necesidades de abastecimiento hídrico complementario.

Referencias

- (FAO), O. d. (2013). Obtenido de <https://www.fao.org/4/i3247s/i3247s.pdf>
- AGROPECUARIO, I. -I. (s.f.). Obtenido de <https://www.ica.gov.co/preguntas-frecuentes/agricola/que-es-el-manejo-integrado-de-plagas-mip#:~:text=El%20MIP%20se%20refiere%20a,los%20riesgos%20econ%C3%B3micos%20y%20ambientales%20y>
- FreeCad*. (2026). Obtenido de <https://www.freecad.org>
- Héctor Hugo Moreno Córdoba, José Luis Guzmán Oliveros. (03 de 09 de 2021). *SENA*. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/idea/article/view/3947?>
- IDEAM. (2022). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-jue-23032023-1200>
- Mariana Vallejo, Erika Ramirez, Carlos Mario Rocha. (26 de 05 de 2023). *SENA, Sistema de bibliotecas*. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/GRINNDA/article/view/5699?>
- Martín, A. (2021). *Biblioteca Digital Universidad de Alcalá*. Obtenido de <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/49508>

Sincelejo 30 de Julio de 2025

Martin-Culma, N. Y., & Arenas-Suárez, N. E. (06 de 2018). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032018000100232#:~:text=La%20exporsi%C3%B3n%20a%20pesticidas%20ambi%C3%A9n,et%20al.%2C%202015).

Martinez, M. F. (31 de 03 de 2025). *LA FM*. Obtenido de <https://www.lafm.com.co/economia/el-mercado-de-la-cerveza-artesanal-en-colombia-experimenta-un-crecimiento-promedio-del-41>

Ministerio de Ambiente . (14 de Marzo de 2022). *minambiente.gov.co*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/conozca-como-podria-disminuir-la-demanda-de-agua-en-el-sector-agricola/>

OMS y UNICEF. (2023). Obtenido de <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water->

[sanitation-and-health/monitoring-and-evidence/wash-monitoring?](https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/monitoring-and-evidence/wash-monitoring?)

Organización Mundial de la Salud. (15 de Septiembre de 2022). <https://www.who.int/>. Obtenido de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

UNEP. (2025). Obtenido de <https://www.unep.org/topics/fresh-water>

UNESCO. (2024). *Water for Prosperity and Peace*. Obtenido de <https://www.unesco.org/en/world-water-report-2024>