

Producción más limpia y gestión del agua: impacto en las actividades de los proyectos agropecuarios en beneficios de la sostenibilidad ambiental

Cleaner production and water management: impact on agricultural project activities in terms of environmental sustainability

Ulises Uribel Pino Ortega¹ y Stefany Zuleika Nieto Batista²

¹Universidad de Panamá, ulisespino01@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0033-9517>, Panamá

²Universidad de Panamá, stefanynieto05@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-8520-2631>, Panamá

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 04-08-2025

Revisado 05-08-2025

Aceptado 27-08-2025

Palabras Clave:

Gestión del agua

Producción más limpia

Sostenibilidad ambiental

Recursos hídricos

RESUMEN

La producción más limpia y la gestión del agua representan pilares estratégicos para garantizar la sostenibilidad ambiental en los proyectos agropecuarios. Este estudio tuvo como objetivo analizar el impacto de ambas prácticas en la reducción de la presión sobre los recursos hídricos y en la optimización de las actividades productivas del sector. Bajo un diseño documental, de carácter descriptivo y analítico, se revisó literatura científica y técnica publicada en bases de datos académicas y organismos internacionales. Los resultados muestran que la adopción de producción más limpia reduce los efectos contaminantes de las actividades agropecuarias mediante la eficiencia en el uso de materiales, energía y agua, al tiempo que impulsa la competitividad y responsabilidad ambiental. De manera complementaria, la gestión integral del recurso hídrico favorece un uso equitativo y sostenible, incorporando herramientas económicas, sociales, legales y tecnológicas que mejoran la resiliencia frente al cambio climático y la degradación ambiental. Se concluye que la articulación de estas prácticas es clave para fortalecer la sostenibilidad de los proyectos agropecuarios, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en especial el ODS 6: agua limpia y saneamiento.

ABSTRACT

Cleaner production and water management are strategic pillars for ensuring environmental sustainability in agricultural projects. This study analyzed the impact of both practices on reducing pressure on water resources and optimizing productive activities in the sector. Using a descriptive and analytical documentary design, scientific and technical literature published in academic databases and international organizations was reviewed. The results show that the adoption of cleaner production reduces the polluting effects of agricultural activities through the efficient use of materials, energy, and water, while promoting competitiveness and environmental responsibility. Complementarily, integrated water resource management promotes equitable and sustainable use, incorporating economic, social, legal, and technological tools that improve resilience to climate change and environmental degradation. It is concluded that the coordination of these practices is key to strengthening the sustainability of agricultural projects, contributing to the achievement of the Sustainable Development Goals, especially SDG 6: clean water and sanitation.

Keywords:

Water management

Cleaner production

Environmental sustainability

Water resources

INTRODUCCIÓN

La gestión sostenible del agua es un tema prioritario en el marco del desarrollo global debido a su carácter esencial para la vida y los ecosistemas. Este recurso no solo sustenta actividades económicas como la agricultura y la industria, sino que también cumple funciones vitales en la regulación climática, la provisión de agua potable y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, el manejo inadecuado y la presión ejercida por las actividades humanas han puesto en riesgo su disponibilidad y calidad, convirtiendo su gestión en un desafío crucial para la sostenibilidad ambiental.

A nivel mundial, la situación del agua enfrenta problemáticas cada vez más complejas. Según las Naciones Unidas (2024), fenómenos como la contaminación, la deforestación y el cambio climático agravan la escasez y degradación de los recursos hídricos. La contaminación por vertimientos industriales y agrícolas, la sedimentación acelerada por prácticas de uso del suelo y la urbanización sin control han comprometido la capacidad de los ecosistemas fluviales para sostenerse y proveer servicios vitales a las comunidades.

A nivel global sobresalen estudios que abordan la gestión integral del agua y el impacto de las actividades humanas en los cuerpos de agua. Entre ellos el de Santana et al. (2023) analiza estudios publicados en los últimos diez años sobre la gestión integrada de cuencas hidrográficas a nivel global, con especial interés en el Caribe insular. Con un diseño no experimental transeccional exploratorio de tipo analítico descriptivo, utilizando búsqueda, revisión y análisis de fuentes bibliográficas en las bases de datos Scopus y Web Science. Se identifican diversos enfoques sobre la gestión de cuencas como proveedoras de servicios ecosistémicos que generan bienestar y garantizan la protección del recurso hídrico, lo cual permite identificar los principales enfoques de un modelo de gobernanza de cuencas hidrográficas y los desafíos para abordarlas desde una visión ecosistémica con participación de los actores involucrados.

Por su parte, Nieto (2011) analiza las tensiones en la gestión del agua a nivel global y en América Latina, considerando enfoques como la gestión integrada del agua. En su estudio se discuten las implicaciones del cambio climático en la escasez de agua potable y la necesidad de enfoques integrados en su gestión. Se resalta la importancia de una gestión integrada del agua que promueva el aprovechamiento coordinado de recursos hídricos, tierras y otros recursos relacionados para maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa.

De igual forma, Díaz Granados (2024) analiza la paradoja de la abundancia de recursos hídricos en América Latina y el Caribe frente a su mala gestión y distribución desigual. Se destaca que, a pesar de poseer más de un tercio del agua dulce del planeta, la región enfrenta sequías, inundaciones y desabastecimientos debido a la mala gestión y distribución desigual del recurso. Lo anterior permite concluir que se requiere un enfoque integral para mejorar la infraestructura, gobernanza y resiliencia hídrica, especialmente en áreas urbanas, junto con la cooperación internacional y soluciones basadas en la naturaleza.

Al respecto, Gulman (2024) sustenta la necesidad de desarrollar una herramienta que utilice inteligencia artificial para predecir sequías y mitigar riesgos climáticos. Destaca que, a través del empleo y análisis de imágenes satelitales e implementación de algoritmos de inteligencia artificial para predecir sequías, con aplicación en el Río Santa Lucía en Uruguay. La herramienta permite prever crisis hídricas y analizar el uso del suelo y su impacto en el acceso al agua potable urbana. Concluye que la aplicación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial es crucial para mitigar los efectos adversos del cambio climático y asegurar el acceso y manejo sostenible del agua.

Un artículo expuesto por el periódico El País (2024) destaca la iniciativa de implementación del Acuerdo Nacional por el Derecho Humano al Agua y la Sustentabilidad en México para garantizar el acceso universal al agua potable. Se promueve la planificación de políticas públicas y colaboración entre el gobierno, sector privado y sociedad civil para mejorar la gestión del agua. Se identifican áreas clave como el sector agropecuario, que consume el 76% del recurso hídrico del país, y la necesidad de mejorar la eficiencia del riego agrícola y el saneamiento de ríos. La iniciativa subraya el compromiso de reconocer el agua como un recurso nacional esencial y la importancia de la colaboración multisectorial para enfrentar los efectos del cambio climático.

Las iniciativas más comunes en Panamá son las capacitaciones sobre gestión del agua y sostenibilidad ambiental: En agosto de 2023, la Secretaría Provincial de Los Santos de la Procuraduría de la Administración organizó un foro académico para promover la gestión integral de los recursos hídricos y la sostenibilidad ambiental. El evento abordó temas como el manejo de desechos sólidos, educación ambiental y prevención de conflictos ambientales relacionados con el agua (Moreno, 2023).

De igual forma, Guevara (2023) destaca el estudio de fuentes de agua subterránea en el arco seco de Panamá: Un proyecto iniciado a finales de 2022 se centra en la cuenca del río Guararé para obtener información sobre las aguas subterráneas en el arco seco de Panamá. El objetivo es caracterizar estas fuentes hídricas y crear una base de datos que facilite su gestión sostenible, especialmente en áreas susceptibles a la escasez de agua.

A lo largo de la historia se han incorporado diversas perspectivas para abordar la función de los recursos hídricos dentro de la sociedad y el medio ambiente. Esto incluye aspectos como el suministro de agua potable de alta calidad, su tratamiento para proteger la salud humana, el acceso al agua para actividades productivas, la conservación de los ecosistemas mediante la provisión de agua en cantidad y calidad adecuadas, y la protección de la población frente a eventos hidrológicos extremos (Peña, 2016).

En la mayoría de los países latinoamericanos el agua es un recurso escaso y esencial para el ejercicio pleno de los derechos humanos y la realización de actividades cotidianas. Tal como señala Díaz Ríos (2022) es prioritario comprender los retos asociados a la escasez y contaminación del recurso hídrico para desarrollar estrategias efectivas de manejo.

Este artículo analiza, la relación de la producción más limpia con la gestión integral del agua y las actividades agropecuarias, identificando sus impactos sobre los recursos hídricos y resaltando las herramientas y estrategias que favorecen la sostenibilidad ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un diseño documental, de tipo descriptivo y analítico, fundamentado en la revisión de literatura científica y técnica sobre la gestión integral del agua, la producción más limpia y la sostenibilidad ambiental. Según Hernández Sampieri et al. (2014) este tipo de estudios permite sistematizar y analizar información existente para establecer relaciones, contrastes y reflexiones críticas en torno a una problemática.

El proceso metodológico consistió en la búsqueda, selección y análisis de fuentes primarias y secundarias en bases de datos académicas y documentos de organismos internacionales. Tal como recomiendan Santana et al. (2023), se revisaron artículos publicados en los últimos diez años en bases como Scopus y Web of Science, priorizando investigaciones con enfoques de gestión hídrica y sostenibilidad. Asimismo, se incorporaron informes institucionales de la UNESCO (2023), las Naciones Unidas (2024) y la CEPAL, los cuales aportan una perspectiva global sobre los desafíos del agua.

La metodología adoptó un enfoque cualitativo de análisis documental, lo cual permitió contrastar enfoques teóricos y prácticos para identificar tendencias, retos y oportunidades en la gestión sostenible del recurso hídrico. En línea con Bolaños-Alfaro (2017) y Montero Gamboa (2023), este enfoque reconoce la necesidad de integrar elementos sociales, económicos, tecnológicos y legales en la construcción de propuestas de manejo del agua.

Criterios de inclusión

- Se consideraron artículos científicos, libros, informes institucionales y documentos técnicos publicados en los últimos 10 a 15 años, salvo aquellos autores clásicos relevantes para el marco conceptual.
- Se incluyeron fuentes indexadas en bases de datos académicas reconocidas (Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc, Dialnet) y documentos oficiales de organismos internacionales como la ONU, UNESCO, CEPAL y PNUMA, por su validez y relevancia.

Criterios de exclusión

- Se descartaron documentos sin respaldo académico o institucional, como blogs, noticias sin fuente verificable o literatura de opinión sin base científica.
- Se excluyeron trabajos duplicados o con información redundante, priorizando las versiones más actualizadas o completas.

No se incluyeron documentos en los que el acceso a la información completa era restringido o incompleto, limitando el análisis de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gestión del agua como recurso vital en las actividades agropecuarias

La gestión integral del agua se define como el proceso que busca el uso coordinado, sostenible y equitativo de los recursos hídricos para maximizar el bienestar social, económico y ambiental, sin comprometer la disponibilidad del recurso para las generaciones futuras (Bolaños-Alfaro, 2017). Este concepto enfatiza la participación de los actores sociales y la inclusión de múltiples sectores en la toma de decisiones.

La gestión del agua, como un componente esencial de la tensión social, económica y natural, se registraría como una dimensión adicional de la sostenibilidad desde un punto de vista de progreso. Basándose en el concepto común del desarrollo sostenible, se promueve a escala global la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) como un método factible para resolver y simultáneamente prevenir los conflictos relacionados con el agua (Montero, 2023).

La administración del agua no se centre en un solo sector, ya sea público o privado, sino que involucre a todos los sectores políticos, sociales y económicos. La administración completa del agua propuesta por Global Water Partnership (GWP) tiene como objetivo prever la emergencia de conflictos originados por la falta de agua, motivando a toda la sociedad civil a desarrollar iniciativas de respuesta coordinadas e integrales con entidades públicas y privadas para optimizar el acceso al agua potable (Nieto, 2011).

Tabla 1: Gestión integral del agua, elaborada a partir de Bolaños-Alfaro (2017), Montero Gamboa (2023), Nieto (2011).

Aspecto de la gestión	Ejemplo global	Aplicación potencial en el contexto latinoamericano
Participación multisectorial	Comités locales en cuencas de Australia	Creación de mesas de trabajo con actores locales
Mercados de derechos de agua	Murray-Darling Basin, Australia	Redistribución equitativa para usos agrícolas y turísticos
GIRH como herramienta preventiva	Prevención de conflictos en Colombia	Implementación de normativas de acceso prioritario al recurso

Desde la perspectiva biológica, el agua es un recurso indispensable para la vida y el funcionamiento de los ecosistemas., es esencial para la supervivencia de todos los organismos, ya que participa en procesos fundamentales como la fotosíntesis, el transporte de nutrientes y la regulación de la temperatura corporal. En el ámbito humano, el agua es un recurso vital para satisfacer necesidades básicas como el consumo, el saneamiento y la higiene, pero también tiene un rol estratégico en sectores como la agricultura, la industria y la generación de energía (Gleick et al., 2011).

Aunque el agua cubre más del 70% de la superficie terrestre, solo el 2.5% corresponde a agua dulce, de la cual una fracción mínima está disponible para uso humano debido a su distribución geográfica y condiciones climáticas. Según la UNESCO (2021), más de 2.000 millones de personas viven en regiones con estrés hídrico, donde la demanda supera la disponibilidad. Esta presión se intensifica por factores como el crecimiento poblacional, la urbanización y el cambio climático, que afectan tanto la cantidad como la calidad del recurso.

Más allá de su utilidad directa, el agua tiene un valor intrínseco como componente clave de los ecosistemas. Los humedales, ríos y lagos no solo sustentan una gran biodiversidad, sino que también brindan servicios ecosistémicos fundamentales, como la regulación del clima, la recarga de acuíferos y el control de inundaciones. La degradación de estos sistemas pone en peligro su capacidad de mantener el equilibrio ambiental y de proveer agua de calidad para las generaciones actuales y futuras.

El agua es también un recurso con implicaciones económicas y culturales significativas. En el ámbito económico, su disponibilidad afecta directamente la productividad agrícola e industrial, mientras que su escasez puede desencadenar conflictos y crisis sociales (Neme et al., 2021). Por otro lado, muchas culturas consideran el agua un símbolo de vida, pureza y renovación, lo que refuerza su importancia en ceremonias religiosas y tradiciones. Este doble rol, práctico y simbólico, exige un enfoque integral para su gestión y conservación.

Dado su carácter limitado y esencial, la gestión del agua requiere estrategias sostenibles que equilibren las necesidades humanas, económicas y ambientales. Esto incluye promover el acceso equitativo, reducir el desperdicio, mejorar la infraestructura hídrica y proteger los ecosistemas acuáticos. Instituciones internacionales como la ONU (2015) han establecido metas específicas, como las contenidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), para garantizar el acceso universal a agua limpia y segura, subrayando la importancia de este recurso como pilar del desarrollo global.

Impacto de la producción más limpia

La producción más limpia es un enfoque preventivo y sistemático que busca minimizar los impactos ambientales negativos de los procesos industriales, productos y servicios. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la PML implica la mejora continua en el uso eficiente de los recursos naturales, la reducción de desechos y emisiones, y la mitigación de riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. A diferencia de las estrategias tradicionales de control de la contaminación, la PML prioriza la prevención en la fuente como el principal mecanismo para alcanzar la sostenibilidad.

Debido a sus impactos perjudiciales en el medio ambiente y la salud humana, varios investigadores se han esforzado por encontrar métodos efectivos para gestionar estas grandes cantidades de desechos para minimizar los impactos ambientales y maximizar los beneficios económicos sociales. Este es el caso de Zhang et al. (2024), quienes valúan los beneficios de la gestión de residuos de construcción y demolición integrando aspectos económicos, ambientales y sociales. La aplicación de este enfoque permite optimizar el uso de recursos y reducir residuos, desarrollando políticas gubernamentales y tecnologías avanzadas de reciclaje para alinear la oferta y demanda de productos reciclados, extendiendo así los beneficios sostenibles en áreas urbanas.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente representa un recurso clave en el desarrollo de políticas ambientales para países en vías de desarrollo, promoviendo prácticas sostenibles como la Producción Más Limpia (CP o Cleaner Production), que busca minimizar los impactos ambientales a través

de una gestión más eficiente de los recursos y la reducción de residuos industriales (Kostova, 2024). La producción más limpia no solo es beneficiosa para el ambiente, sino que es rentable al reducir costos asociados a la contaminación y al uso de materiales, lo cual contribuye al desarrollo de una economía más sostenible.

La PML integra tres componentes esenciales: eficiencia en el uso de materiales y energía, eliminación o reducción de sustancias peligrosas, y minimización de desechos y emisiones al medio ambiente (Gómez & Vianchá, 2017). Estos principios se aplican tanto en los procesos industriales como en el diseño de productos, promoviendo la adopción de tecnologías limpias, el reciclaje interno de materiales y la innovación en los métodos de producción.

La implementación de la producción más limpia genera beneficios tangibles en diversos niveles. Desde una perspectiva ambiental, contribuye a la conservación de recursos naturales, la reducción de la contaminación y el cumplimiento normativo (Fajardo, 2017). En términos económicos, permite a las empresas disminuir costos operativos, aumentar su competitividad y acceder a nuevos mercados sensibles al desempeño ambiental. Finalmente, en el ámbito social, promueve condiciones laborales más seguras y saludables, al tiempo que mejora la percepción pública de las empresas comprometidas con la sostenibilidad.

Impactos de las actividades agropecuarias en los recursos hídricos

Las actividades humanas tienen efectos directos e indirectos en la calidad y cantidad de los recursos hídricos. Prácticas como la agricultura intensiva, la deforestación, el vertido de aguas residuales y la urbanización descontrolada generan contaminación, disminuyen los caudales y alteran los ecosistemas fluviales (Peña, 2016).

La influencia de las actividades humanas se ha vuelto cada vez más significativa, se puede dividir en influencias directas e indirectas: el uso y la gestión del agua, como el riego agrícola, el uso doméstico e industrial del agua y la construcción de embalses (Xue et al., 2021). Este último incluye principalmente el cambio en los patrones de uso de la tierra, incluida la forestación, la devolución de las tierras agrícolas a los bosques, algunas medidas de conservación del agua y el suelo y la urbanización.

Sobre este apartado en particular, el estudio de Álvarez et al. (2024) destacó la importancia de políticas públicas más eficaces para un manejo completo de las cuencas hidrográficas, que incluyan tecnologías de tratamiento de aguas de vanguardia y estrategias de preservación. Indican que la colaboración entre sectores es crucial para disminuir los efectos en el medio ambiente y promover la sostenibilidad a largo plazo de estos recursos.

En términos de cantidad, el consumo de agua en las actividades humanas incrementa con el paso de los años, la competencia por agua dulce en áreas donde la disponibilidad se ve disminuida debido al aumento de la evapotranspiración, resultado del incremento en la temperatura del aire y la variabilidad en las precipitaciones (García et al., 2011). De igual forma, la demanda en la mayoría de las industrias, en particular en la agricultura, la silvicultura y la provisión de alimentos para las poblaciones, son sistemas económicos en constante avance e innovación que repercute directamente en la gestión del agua.

Las actividades humanas son responsables de una parte significativa de la degradación de los recursos hídricos.

Tabla 2: Impactos de las actividades humanas en los recursos hídricos, elaborada a partir de Peña (2016), Xue et al. (2021), García González et al. (2011)

Actividades agropecuarias	Impacto en recursos hídricos	Medida correctiva propuesta
Agricultura intensiva	Contaminación por agroquímicos	Uso de biofertilizantes y rotación de cultivos
Deforestación	Incremento de la sedimentación	Programas de reforestación
Urbanización descontrolada	Vertimiento de aguas residuales	Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales
Cambio climático	Variabilidad en la disponibilidad de agua	Implementación de estaciones meteorológicas automatizadas

Con base en lo anterior, es relevante destacar la agricultura intensiva y contaminación, ya que se emplean agroquímicos que, a través de la escorrentía, contaminan los cuerpos de agua. Xue et al. (2021) destacan que el aumento de la evapotranspiración debido al cambio climático exacerba este problema, reduciendo los caudales disponibles. Una posible solución sería la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como la rotación de cultivos y el uso de biofertilizantes.

De igual forma, la deforestación y erosión, a través de la tala indiscriminada en la cuenca alta y media reduce la capacidad de infiltración del suelo y contribuye a la sedimentación del río. Según Guevara (2023),

los estudios recientes sobre fuentes de agua subterránea en Panamá sugieren que la reforestación estratégica podría mejorar significativamente la recarga hídrica y estabilizar los ecosistemas fluviales.

Herramientas de gestión hídrica

Los instrumentos de gestión hídrica incluyen herramientas económicas, sociales, legales y tecnológicas que permiten un manejo eficiente del recurso. Entre ellos se encuentran los incentivos económicos, como el pago por servicios ambientales, y la legislación que regula el uso y la contaminación del agua.

- a. **Instrumentos económicos:** incluyen mecanismos como el pago por servicios ambientales (PSA), tarifas por el uso del agua, subsidios para tecnologías de ahorro hídrico y sanciones por contaminación. Estas medidas buscan incentivar el uso eficiente del agua y garantizar su disponibilidad para usos prioritarios. Por ejemplo, el PSA ha demostrado ser efectivo en comunidades rurales para conservar cuencas hidrográficas.
- b. **Instrumentos sociales:** Fomentan la participación de la comunidad en la gestión del agua a través de programas educativos, capacitación en buenas prácticas hídricas y fortalecimiento de organizaciones locales. Durante los seminarios de gestión comunitaria, se analizó el impacto positivo de involucrar a la sociedad civil en la toma de decisiones.
- c. **Instrumentos legales:** Comprenden leyes, normativas y regulaciones que establecen derechos, obligaciones y restricciones relacionadas con el uso y protección del agua. En las asignaturas de derecho ambiental, se destacó la importancia de contar con marcos legales robustos que incluyan sanciones efectivas contra la contaminación y garanticen el acceso equitativo al recurso.
- d. **Instrumentos tecnológicos:** Incluyen soluciones innovadoras como sistemas de riego eficiente, plantas de tratamiento de aguas residuales y tecnologías de monitoreo para evaluar la calidad del agua. La adopción de estas herramientas fue un tema recurrente en los seminarios sobre tecnologías sostenibles (Ortega, 2006).

Tabla 3: Instrumentos de gestión hídrica, elaborada a partir de Ortega (2006), Guevara (2023), Álvarez et al. (2024)

Instrumento	Descripción	Caso de Estudio
Económicos	Pagos por servicios ecosistémicos (PSE)	Protección de humedales en Valdivia, Chile
Sociales	Educación y participación comunitaria	Campañas locales en Los Santos, Panamá
Tecnológicos	Monitoreo hídrico con sensores IoT	Río Santa Lucía, Uruguay
Legales	Regulaciones y sanciones	Normativas ambientales en México

Sostenibilidad Ambiental

La sostenibilidad ambiental se define como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la posibilidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas.

Se utiliza el término desarrollo sostenible y sustentable como equivalentes a un desarrollo humano justo, factible y viable, pero ¿es realmente igual? Es probable que el término sustentable sea una abreviatura del vocablo inglés sustainable (Fernández & Gutiérrez, 2013). El desarrollo sostenible y sustentable presenta diferencias semánticas, demográficas, culturales, valorativas y principalmente políticas, ya que ponen en riesgo la vida y el ambiente del ser humano.

En su fondo se ocultan las verdaderas crisis ecológicas y ambientales derivadas de la actividad económica; el crecimiento del capitalismo hacia actividades cada vez más dañinas para el medio ambiente; la acción depredadora del ser humano cuando no se interesa por su entorno, y las conductas utilitaristas sin sentido del nosotros mismos.

En el contexto hídrico, esto implica proteger los ecosistemas acuáticos, garantizar el acceso equitativo al agua y promover prácticas de manejo sostenible. Los seminarios sobre cambio climático subrayaron la relación entre la gestión del agua y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el ODS 6: Agua limpia y saneamiento.

Según el Pacto Mundial Red Española (2024) las organizaciones empresariales desempeñan un papel crucial en este contexto, debiendo administrar de manera sustentable los recursos de agua existentes en el ambiente que se emplean para la generación, fabricación y distribución de sus productos y servicios. Es necesario incentivar y promover la optimización de la administración del agua en su cadena de valor, y promover la educación y la innovación en el tema.

Tabla 4: Sostenibilidad ambiental y relación con ODS 6

Meta del ODS 6	Indicador clave	Ejemplo de acción
6.3: Reducir la contaminación del agua	Niveles de coliformes fecales reducidos al 50% en 5 años	Instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales
6.4: Aumentar la eficiencia del uso del agua	Incremento del uso de riego eficiente en un 20%	Subsidios para tecnologías de riego por goteo

La sostenibilidad ambiental implica garantizar el equilibrio entre las necesidades humanas y la protección de los ecosistemas naturales. En el contexto hídrico, esto significa adoptar políticas que prioricen la conservación y restauración de los cuerpos de agua.

Contraste de la relación de la gestión del agua con las actividades agropecuarias, la Producción más Limpia y las herramientas de manejo del recurso hídrico en la sostenibilidad ambiental.

La gestión del agua es un enfoque esencial para abordar los desafíos relacionados con el uso sostenible de los recursos hídricos en el contexto del cambio climático y las actividades humanas. Este concepto, como lo señalan Bolaños-Alfaro (2017) y Montero (2023), propone un manejo coordinado y equitativo que involucre a los diferentes actores sociales y sectores económicos.

Estudios recientes, como el de Álvarez et al. (2024), destacan que la integración de tecnologías innovadoras y el fortalecimiento de las políticas públicas son fundamentales para un manejo eficaz de las cuencas hidrográficas. Adicionalmente, la experiencia de la cuenca del Murray-Darling en Australia, donde se han implementado mercados de derechos de agua y comités multisectoriales, ofrece un ejemplo valioso de cómo las herramientas económicas y la colaboración pueden mejorar la distribución y calidad del recurso (Nieto, 2011).

El impacto de las actividades agropecuarias en los recursos hídricos, como lo señalan Xue et al. (2021) y Guevara (2023), evidencia cómo la contaminación por agroquímicos, la deforestación y la urbanización descontrolada tienen repercusiones significativas. Las medidas correctivas, como el uso de biofertilizantes, la reforestación y la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, podrían contrarrestar estos efectos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 6: Agua limpia y saneamiento.

La relación entre la educación ambiental y la sostenibilidad hídrica es otro aspecto crucial. Como lo indica el Pacto Mundial Red Española (2024), la capacitación y sensibilización de las comunidades locales son indispensables para fomentar un uso responsable del agua. En este sentido, los programas educativos podrían incluir temas como el cambio climático, las prácticas agrícolas sostenibles y la importancia de la protección de los ecosistemas acuáticos.

Instrumentos de gestión hídrica, tales como el pago por servicios ambientales (PSA), las regulaciones legales y las tecnologías de monitoreo, también desempeñan un papel vital. Estudios como los de Ortega (2006) y Guevara (2023) resaltan la eficacia de estos enfoques para garantizar la sostenibilidad del agua. La integración de la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua también requiere un marco normativo robusto. Álvarez et al. (2024) y la UNESCO (2023) subrayan la necesidad de establecer leyes y regulaciones que aseguren el acceso equitativo al agua y penalicen las actividades perjudiciales para los ecosistemas fluviales.

CONCLUSIÓN

La gestión del agua constituye un pilar fundamental para garantizar la sostenibilidad ambiental en los proyectos agropecuarios, ya que promueve un uso coordinado y equitativo del recurso, involucrando a múltiples sectores sociales, económicos y políticos en la toma de decisiones para reducir conflictos y asegurar la disponibilidad hídrica a largo plazo.

La incorporación de prácticas de producción más limpia ofrece una alternativa preventiva y eficaz frente a los impactos ambientales negativos de las actividades agropecuarias, contribuyendo no solo a la conservación de los recursos hídricos y la reducción de la contaminación, sino también a la generación de beneficios económicos y sociales que fortalecen la competitividad y responsabilidad ambiental del sector.

Los impactos adversos de las actividades agropecuarias sobre los recursos hídricos pueden ser mitigados mediante la integración de herramientas de gestión hídrica; económicas, sociales, legales y tecnológicas, que permitan optimizar el uso del agua, mejorar la eficiencia en el riego, impulsar la reforestación y fomentar la educación ambiental, en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 6: Agua limpia y saneamiento.

REFERENCIAS

- Álvarez-Álvarez, M. J., Moreno-Ponce, L. A., & Regalado-Jalca, J. J. (2024). Impacto Ambiental Asociado a Factores Antropogénicos: Incidencia en la Economía de las Cuencas hidrográficas. *MQR Investigar*, 8(4), Article 4. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.2158-2180>
- Bolaños-Alfaro, J. D. (2017). Gestor Integral del Recurso Hídrico, un experto necesario ante la vulnerabilidad socio-natural. *InterSedes*, 18(38), 115-144. <https://doi.org/10.15517/isucr.v18i38.32672>
- Díaz Granados, S. (2024). América Latina y el Caribe: Mucha agua, pero mal aprovechada. *El País América*. <https://elpais.com/america-futura/2024-10-14/america-latina-y-el-caribe-mucha-agua-pero-mal-aprovechada.html>
- El País. (2024). México se une por el acceso integral al agua potable. *El País México*. <https://elpais.com/mexico/branded/2024-11-30/mexico-se-une-por-el-acceso-integral-al-agua-potable.html>
- Fajardo Fonseca, H. (2017). La producción mas limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 4(8), 47-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7894474>
- Fernández, L., & Gutiérrez, M. (2013). Bienestar Social, Económico y Ambiental para las Presentes y Futuras Generaciones. *Información tecnológica*, 24(2), 121-130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200013>
- García González, M. L., Carvajal Escobar, Y., & Jiménez, H. (2011). La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 9(1), 19-29. <https://doi.org/10.25100/iyc.v9i1.2492>
- Gleick, P., Allen, L., Christian-Smith, J., Cohen, M. J., Cooley, H. R., Heberger, M., Morrison, J., Palaniappan, M., & Schulte, P. (2011). The World's Water Vol. 7: The Biennial Report on Freshwater Resources. *SERBIULA Sist. Libr*, 20(10.5822), 978-1.
- Gómez-Orejuela, I. A., & Vianchá-Sánchez, Z. H. (2017). BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN LIMPIA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CÍTRICOS Y MANGO EN EL MUNICIPIO DE VIOTÁ (CUNDINAMARCA, COLOMBIA). *GOOD AGRICULTURAL PRACTICES AS A CLEAN PRODUCTION ALTERNATIVE IN THE CITRUS AND MANGO PRODUCTION PROCESS IN THE MUNICIPALITY OF VIOTÁ (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)*, 13(22), 143-157. Fuente Académica Premier. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=126510820&lang=es&site=ehost-live&authtype=uid&user=s9496506&password=password>
- Guevara, H. (2023). Estudian fuentes de agua subterránea en el arco seco de Panamá. *La estrella de Panamá*. <https://www.laestrella.com.pa/vida-y-cultura/ciencia/estudian-fuentes-agua-subterranea-arco-BFLE485848>
- Gulman, A. (2024). Predecir la sequía con IA: el proyecto de tres jóvenes argentinos en el que se fijó la NASA. *El País*. https://elpais.com/america-futura/2024-10-05/predecir-la-sequia-con-ia-el-proyecto-de-tres-jovenes-argentinos-en-el-que-se-fijo-la-nasa.html?utm_source=chatgpt.com
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Kostova, B. (2024). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Naciones Unidas y El Estado de Derecho. <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>
- Montero Gamboa, J. J. (2023). *Evaluación de la gestión integral del recurso hídrico en la jurisdicción de la autoridad ambiental CORPAMAG. Caso: Cuerpos hídricos que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, 2016-2019*. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/57050>
- Moreno, V. (2023). *Secretaría Provincial de Los Santos continúa jornadas de capacitación académicas – Procuraduría de la Administración*. <https://www.procuraduria-admon.gob.pa/secretaria-provincial-de-los-santos-continua-jornadas-de-capacitacion-academicas/>
- Neme Castillo, O., Valderrama Santibáñez, A. L., Chiatchoua, C., Neme Castillo, O., Valderrama Santibáñez, A. L., & Chiatchoua, C. (2021). Factores determinantes del consumo productivo de agua y sus efectos en la actividad económica de México. *Economía, sociedad y territorio*, 21(66), 505-537. <https://doi.org/10.22136/est20211659>
- Nieto, N. (2011). La gestión del agua: Tensiones globales y latinoamericanas. *Política y cultura*, 36, 157-176. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-77422011000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Ortega, L. (2006). *Los instrumentos económicos en la gestión del agua: El caso de Costa Rica*. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/4982>
- Pacto Mundial Red Española. (2024). Siete tendencias en sostenibilidad empresarial para 2024. *Pacto Mundial ONU*. <https://www.pactomundial.org/noticia/siete-tendencias-en-sostenibilidad-empresarial-para-2024/>
- Peña, H. (2016). *DESAFÍOS A LA SEGURIDAD HÍDRICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/sites/default/files/desafios.pdf>
- Santana, C. M., Franco-Billini, C., & Jáuregui-Haza, U. J. (2023). Gestión integrada de las cuencas hidrográficas: Hacia un nuevo paradigma en la gobernanza del agua. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i2.2951>
- UNESCO. (2023). *Riesgo inminente de una crisis mundial del agua (UNESCO/ONU-Agua)*. <https://www.unesco.org/es/articulos/riesgo-inminente-de-una-crisis-mundial-del-agua-unesco/onu-agua>
- United Nations. (2024). *Desafíos globales: Agua*. United Nations. <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Xue, D., Zhou, J., Zhao, X., Liu, C., Wei, W., Yang, X., Li, Q., & Zhao, Y. (2021). Impacts of climate change and human activities on runoff change in a typical arid watershed, NW China. *Ecological Indicators*, 121, 107013. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107013>
- Zhang, H., Shi, S., Zhao, F., Hu, M., & Fu, X. (2024). Integrated Benefits of Sustainable Utilization of Construction and Demolition Waste in a Pressure-State-Response Framework. *Sustainability*, 16(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/su16198459>