

Gestión ambiental y optimización del proceso de disposición final de envases de agroquímicos

Environmental management and optimization of the final disposal process for agrochemical containers

Ulises Uribel Pino Ortega¹ y Stefany Zuleika Nieto Batista²

¹Universidad de Panamá, ulises.pino@up.ac.pa, <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 07-12-2025

Revisado 08-12-2025

Aceptado 01-01-2026

Palabras Clave:

Gestión Ambiental

Envases de Agroquímicos

Economía Circular

Responsabilidad Ambiental

Sostenibilidad Agrícola

RESUMEN

El estudio analiza la gestión ambiental y la optimización del proceso de disposición final de envases de agroquímicos en Panamá, enmarcado en los principios de sostenibilidad y economía circular. Se desarrolló mediante un enfoque cualitativo y documental-descriptivo, basado en la revisión de normas, políticas y experiencias regionales en América Latina. Los resultados evidencian que, aunque Panamá cuenta con un marco legal ambiental general, carece de un sistema específico de gestión integral para los envases de agroquímicos. Esta situación genera prácticas inadecuadas de disposición, como el abandono, la quema y la reutilización, que incrementan la contaminación del suelo, agua y aire, además de riesgos para la salud humana. En contraste, países como Brasil y México han implementado modelos exitosos de logística inversa, sustentados en la corresponsabilidad de productores y fabricantes. El estudio propone un modelo de optimización basado en cinco pilares estratégicos: fortalecimiento legal, infraestructura de recolección, educación y capacitación, incentivos económicos y sistemas de trazabilidad digital. Su implementación permitiría fortalecer la gobernanza ambiental y fomentar una cultura de responsabilidad compartida. Se concluye que la gestión de envases agrícolas debe concebirse no solo como un proceso técnico, sino como un compromiso social y ético con la sostenibilidad agrícola, impulsando la transición hacia un modelo de economía circular en el sector agropecuario panameño.

ABSTRACT

The study analyzes environmental management and optimization of the final disposal process for agrochemical containers in Panama, framed within the principles of sustainability and the circular economy. It was developed using a qualitative and documentary-descriptive approach, based on a review of regional standards, policies, and experiences in Latin America. The results show that, although Panama has a general environmental legal framework, it lacks a specific comprehensive management system for agrochemical containers. This situation leads to inappropriate disposal practices, such as abandonment, burning, and reuse, which increase soil, water, and air pollution, as well as risks to human health. In contrast, countries such as Brazil and Mexico have implemented successful reverse logistics models based on the shared responsibility of producers and manufacturers. The study proposes an optimization model based on five strategic pillars: legal strengthening, collection infrastructure, education and training, economic incentives, and digital traceability systems. Its implementation would strengthen environmental governance and foster a culture of shared responsibility. It is concluded that agricultural packaging management should be conceived not only as a technical process, but also as a social and ethical commitment to agricultural sustainability, promoting the transition to a circular economy model in the Panamanian agricultural sector.

Keywords:

Environmental Management

Agrochemical Packaging

Circular Economy

Environmental Responsibility

Agricultural Sustainability

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el uso de agroquímicos se ha convertido en un componente esencial de la producción agrícola, garantizando altos rendimientos y el control efectivo de plagas y enfermedades. El crecimiento sostenido de esta práctica ha generado un problema ambiental complejo: la acumulación de envases vacíos contaminados con residuos peligrosos. Estos recipientes, fabricados en su mayoría de plástico de alta densidad, son frecuentemente abandonados, incinerados o reutilizados sin control, ocasionando la liberación de compuestos tóxicos al suelo, agua y aire (FAO, 2021).

La gestión ambiental se define como el conjunto de acciones orientadas a prevenir, mitigar y controlar los impactos negativos que las actividades humanas generan sobre el entorno natural (Delgado & García, 2009). Mientras que un concepto más reciente de Capcha (2023) se orienta a la mejora continua del desempeño ambiental con una estructura organizativa en el que está presente la planificación, los procedimientos así mismo la legislación ambiental y de esta forma garantizar que se cumplan los objetivos ambientales.

En el ámbito agrícola, este concepto abarca la planificación, ejecución y monitoreo de estrategias que aseguren la sostenibilidad de los recursos y el manejo responsable de los insumos utilizados (Tomalá Flores, 2025). La correcta disposición final de los envases de agroquímicos forma parte de esta gestión, ya que dichos residuos son considerados peligrosos por su potencial de contaminación química.

Diversos organismos internacionales, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), promueven políticas de gestión ambiental basadas en la prevención de la contaminación y la economía circular. Esta última busca mantener los materiales en uso el mayor tiempo posible, reduciendo la generación de desechos y cerrando los ciclos productivos (FAO, 2025). En ese marco, la recolección y el reciclaje de envases de

agroquímicos se convierten en un elemento clave para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 12 sobre producción y consumo responsables.

En el contexto latinoamericano, los sistemas de gestión ambiental enfrentan desafíos relacionados con la escasez de recursos técnicos y financieros, la débil fiscalización de la normativa y la limitada participación de los productores. Sin embargo, países como Brasil, México, Argentina y Costa Rica han desarrollado programas de gestión integral de envases agrícolas con resultados significativos en la reducción de contaminación y en la creación de cadenas de reciclaje sostenible (InPev, 2021).

En Panamá, el desarrollo agrícola de regiones como Chiriquí, Veraguas y Los Santos depende en gran medida del uso de productos fitosanitarios, lo que amplifica la generación de desechos contaminantes. A pesar de la existencia de normativas ambientales y sanitarias, la disposición final de envases de agroquímicos continúa siendo una práctica deficiente por la falta de infraestructura, supervisión y educación ambiental. Según el Ministerio de Ambiente (MiAmbiente, 2023), menos del 30 % de los envases agrícolas reciben un tratamiento adecuado posterior al uso.

La gestión ambiental de estos residuos se enmarca en los principios de sostenibilidad y economía circular, donde el enfoque no se limita al control del daño ambiental, sino que busca la valorización de los residuos y su reincorporación al ciclo productivo. En este punto la economía circular emerge como un modelo transformador, que promueve la reutilización y reciclaje de recursos para minimizar el desperdicio (Guerra Hernández, 2024).

La optimización del proceso de disposición final implica desarrollar modelos eficientes que integren la recolección, el triple lavado, la compactación y el reciclaje de materiales, bajo esquemas de corresponsabilidad entre productores, distribuidores y autoridades (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 2024).

Este aporte busca analizar las estrategias actuales de gestión ambiental para los envases de agroquímicos en el contexto panameño y latinoamericano, identificar los vacíos existentes en la cadena de manejo y proponer lineamientos para su optimización, combinando aspectos técnicos y sociales. El enfoque mixto adoptado permite comprender tanto los procesos logísticos y tecnológicos, como las actitudes y prácticas de los agricultores que determinan el éxito o fracaso de las iniciativas ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y documental-descriptivo, orientado a analizar la gestión ambiental de los envases de agroquímicos en Panamá y América Latina, así como a proponer estrategias de optimización técnica y social del proceso de disposición final.

Diseño y enfoque de la investigación

Se aplicó un diseño de análisis comparativo y exploratorio, sustentado en la revisión crítica de documentos normativos, informes técnicos y estudios científicos publicados entre 2015 y 2024. El enfoque mixto permitió integrar la perspectiva técnica con la dimensión educativa y participativa de la gestión ambiental.

Fuentes de información

Las principales fuentes consultadas incluyeron documentos oficiales de la FAO, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el MiAmbiente, el MIDA, y publicaciones de programas regionales como InPev (Brasil) y CampoLimpio (México). Además, se revisaron artículos científicos indexados en Scopus y RedALyC, así como legislación ambiental vigente en Panamá (Ley 41 de 1998; Decreto 305 de 2002).

Procedimiento de análisis

Se realizó un proceso de revisión y categorización temática de los documentos, organizando la información en cinco ejes:

- a. Marco legal e institucional.
- b. Procesos técnicos de recolección y disposición.
- c. Estrategias de educación y participación.
- d. Modelos de responsabilidad extendida.
- e. Propuestas de optimización para el contexto panameño.

El análisis comparativo permitió identificar buenas prácticas internacionales y evaluar su aplicabilidad en Panamá. Se elaboró una síntesis interpretativa que integra los resultados técnicos con las implicaciones sociales y ambientales.

Alcances y limitaciones

Los resultados se basan en fuentes secundarias, ya que la investigación se enfoca en el análisis de documentos y no incluye trabajo de campo. Sin embargo, el análisis detallado de la literatura más reciente asegura una perspectiva actualizada sobre la gestión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión documental y comparativa permitió identificar distintos niveles de desarrollo y aplicación de estrategias de gestión ambiental para el manejo de envases de agroquímicos en América Latina. A continuación, se presentan los resultados más relevantes y su discusión desde el punto de vista técnico, normativo y social.

Legislación y normativas ambientales

El marco legal para la gestión de residuos peligrosos y envases de agroquímicos en Panamá se encuentra principalmente en la Ley 41 de 1998, “General del Ambiente de la República de Panamá”, que establece los principios de protección, conservación y manejo racional de los recursos naturales. Esta ley faculta al Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) a regular los desechos peligrosos, incluyendo los residuos agrícolas. Asimismo, el Decreto Ejecutivo 305 de 2002 establece las disposiciones específicas para el manejo y transporte de materiales peligrosos, incluyendo los plaguicidas y sus envases.

A nivel internacional, Panamá es signatario del Convenio de Basilea (1989), que regula los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación ambientalmente racional (Moglia, 1990). Además, la FAO promueve el Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas (FAO, 2014), donde se establecen pautas para el manejo seguro de envases vacíos, incluyendo la aplicación del triple lavado, la prohibición de reutilización y la disposición final controlada.

Sin embargo, la implementación de estas normativas enfrenta debilidades estructurales. Los mecanismos de fiscalización y sanción son limitados, y las instituciones carecen de recursos para monitorear el cumplimiento en zonas rurales. En muchos casos, la gestión de envases depende de iniciativas privadas o de cooperación internacional, como el Programa CampoLimpio, coordinado por la Asociación Nacional de Distribuidores de Insumos Agropecuarios (ANDIA), que promueve jornadas de recolección y capacitación a productores (ANDIA, 2023).

El Resuelto DAL-042-ADM-2011, aprobado por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA, 2018) el 14 de septiembre de 2011, establece los “fundamentos, requisitos y principios mínimos” para la aplicación de plaguicidas por vía terrestre en Panamá; sus disposiciones son de aplicación obligatoria para todas las personas naturales o jurídicas que realicen actividades agrícolas o pecuarias en el país. El propósito central de esta normativa es asegurar que el uso de plaguicidas; productos potencialmente peligrosos, se

realice con medidas técnicas y de seguridad que reduzcan riesgos a la salud humana, a otros organismos vivos y al ambiente (MIDA, 2025).

Aunque el foco principal del Resuelto es la regulación del uso terrestre de plaguicidas, hace referencia explícita a la necesidad de que quienes utilicen estos productos cuenten “con mecanismos adecuados para la disposición final de los remanentes, desechos y envases” al finalizar su uso. Específicamente, el Resuelto prohíbe que los envases o desechos de plaguicidas sean eliminados indiscriminadamente en campos de cultivos, ríos, quebradas, lagos, drenajes u otras fuentes de agua. También prohíbe la reutilización de estos envases, sobre todo para almacenar alimentos, agua o combustibles.

De esta forma, el Resuelto reconoce que la fase post-uso (envases vacíos, residuos) es parte integral del ciclo de los plaguicidas, por lo que su manejo responsable es condición para autorizar su uso.

Desde la perspectiva de la gestión ambiental, esta normativa representa un paso clave: al imponer obligaciones sobre la disposición final de envases y residuos, contribuye a prevenir la contaminación del suelo y del agua, una de las principales fuentes de daño cuando los agroquímicos no se manejan adecuadamente. Además, el Resuelto sienta las bases legales que luego facilitan regulaciones más específicas: por ejemplo, la Resolución OAL-005-ADM-2018 regula el acopio y disposición adecuada de envases vacíos de plaguicidas, definiendo procedimientos como el triple lavado, perforado, almacenamiento temporal, recolección, transporte, tratamiento y entrega a centros autorizados.

Por tanto, DAL-042-ADM-2011 no sólo regula la fase de aplicación, sino que establece responsabilidades esenciales para cerrar el ciclo ambiental de los plaguicidas, contribuyendo a una gestión integral sostenible (MIDA, 2018).

La armonización de la legislación nacional con las buenas prácticas internacionales es fundamental para avanzar hacia un modelo de gestión ambiental efectivo, que combine el cumplimiento normativo con incentivos a la participación comunitaria y empresarial.

Estado actual de la gestión ambiental en Panamá

En Panamá, la gestión ambiental de los residuos agrícolas, especialmente los envases de agroquímicos, enfrenta importantes desafíos estructurales. Aunque el país cuenta con un marco legal general en materia ambiental; como la Ley 41 de 1998 “General del Ambiente”, este no establece mecanismos específicos de control o seguimiento para los residuos peligrosos generados en las actividades agrícolas (MiAmbiente, 2023). Los envases vacíos de agroquímicos son considerados residuos peligrosos debido a los residuos tóxicos que pueden quedar en su interior, los cuales contaminan el suelo, el agua y representan riesgos para la salud pública si no son tratados adecuadamente.

Los programas impulsados por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y el Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) han permitido avances parciales, principalmente mediante campañas de sensibilización y capacitación en prácticas como el triple lavado y la entrega de envases a centros de acopio temporales (MIDA, 2024). Sin embargo, la cobertura sigue siendo limitada, y buena parte de los productores rurales continúan desechando los envases en basureros, ríos o quemándolos a cielo abierto. Esto revela una brecha significativa entre la normativa ambiental y su aplicación práctica en el sector agrícola. Además, según Miranda et al. (2022) una necesidad de desarrollar alternativas para la adecuada recolección de envases vacíos y el desarrollo de un programa de reciclaje.

A pesar de las limitaciones, se han identificado iniciativas positivas en provincias como Chiriquí, Veraguas y Herrera, donde asociaciones agrícolas y cooperativas locales han colaborado con entidades públicas en jornadas de recolección.

Comparación con experiencias regionales exitosas

El análisis comparativo de casos regionales muestra que la gestión eficiente de envases de agroquímicos depende directamente de la existencia de sistemas integrados de logística inversa y de un marco normativo sólido que asigne responsabilidades claras. En Brasil, el modelo gestionado por el InPev es reconocido como uno de los más exitosos del mundo. Este sistema cuenta con más de 400 unidades de recepción y recicla cerca del 95 % de los envases plásticos agrícolas, gracias a la obligatoriedad legal y a la corresponsabilidad de los fabricantes, distribuidores y productores (InPev, 2021).

En México, el programa CampoLimpio opera bajo un modelo de colaboración entre el sector privado y las autoridades federales. A través de la instalación de centros de acopio regionales y la capacitación masiva de agricultores, ha logrado recolectar más del 60 % de los envases utilizados anualmente (CropLife, 2022). Ambos casos comparten elementos comunes: la existencia de una legislación que obliga a los productores a devolver los envases, el financiamiento compartido por los fabricantes y la presencia de campañas educativas sostenidas.

El análisis comparativo de los niveles de recolección de envases de agroquímicos en América Latina evidencia marcadas diferencias entre los países de la región, lo cual refleja tanto la madurez de sus sistemas

de gestión ambiental como la efectividad de sus marcos regulatorios. Tal como se observa en la tabla 1, Brasil encabeza la lista con una tasa de recolección del 95 %, resultado del sistema nacional de logística inversa operado por el Instituto Nacional de Procesamiento de Envases Vacíos (InPev, 2021–2023). Le sigue México, con un 62 % de recolección, impulsado por el programa CampoLimpio, coordinado por CropLife Latin America (2022).

En contraste, países con sistemas de gestión menos consolidados, como Costa Rica (55 %), Colombia (52 %) y Chile (48 %), muestran avances moderados. Panamá se ubica en la posición más baja, con apenas 22 % de recolección, según datos reportados por el Ministerio de Ambiente (MiAmbiente, 2023) y jornadas del MIDA (2024), lo que evidencia la ausencia de un sistema nacional de logística inversa y una dependencia de campañas aisladas.

Tabla 1: Porcentaje de envases de agroquímicos recolectados en países de América Latina (2024)

País	% Recolección de envases	Observaciones técnicas
Brasil	95%	Sistema obligatorio de logística inversa (InPev).
México	62%	Programa CampoLimpio operado por sector privado y gobierno.
Costa Rica	55%	Programas municipales y MAG.
Colombia	52%	Sistema posconsumo obligatorio.
Chile	48%	Implementación progresiva Ley REP.
Panamá	22%	Jornadas esporádicas, sin sistema nacional.

La información presentada en el cuadro permite concluir que la efectividad de la gestión de envases de agroquímicos está directamente relacionada con la claridad normativa, la obligatoriedad de la devolución, y la fortaleza institucional para fiscalizar las prácticas en el sector agrícola. Los datos comparativos revelan que Panamá, a diferencia de países líderes como Brasil y México, se encuentra en una fase incipiente donde la falta de infraestructura permanente, la limitada educación ambiental y la baja fiscalización impiden alcanzar niveles mínimos de eficiencia en la recolección.

En este contexto, la adopción de modelos exitosos como el brasileño; basado en corresponsabilidad, logística inversa obligatoria y financiamiento compartido, podría representar una ruta estratégica para fortalecer la gestión ambiental y optimizar el proceso de disposición final de envases de agroquímicos en el país.

Panamá aún se encuentra en una etapa inicial. Si bien hay esfuerzos de sensibilización, la ausencia de un sistema nacional de logística inversa limita la efectividad de la recolección. El país podría beneficiarse significativamente de adaptar el modelo brasileño, creando un esquema obligatorio de evolución y reciclaje de envases con respaldo legal, acompañado por incentivos económicos y sanciones por incumplimiento.

Impacto ambiental y sanitario de la mala disposición de envases

El manejo inadecuado de los envases de agroquímicos tiene consecuencias ambientales y de salud pública severas. Los residuos químicos persistentes contaminan las fuentes de agua superficial y subterránea, afectando la biodiversidad acuática y la calidad del agua para consumo humano. Según Velázquez et al. (2022) el crecimiento poblacional ha provocado la expansión de las áreas de cultivo, sobreexplotación de los recursos naturales, y principalmente problemas de disponibilidad y degradación de los recursos.

Según Mantilla & Garzón (2021) es necesario tomar conciencia frente a los impactos generados por prácticas inadecuadas y adoptar una forma de producción sostenible que contribuya a la minimización de los procesos de degradación causados a la naturaleza.

En zonas rurales panameñas, la exposición a estos residuos se ve agravada por el uso doméstico de envases reciclados informalmente, práctica que aún se observa en comunidades agrícolas donde no existen programas de recolección formal. La manipulación inadecuada, sin equipo de protección o conocimiento técnico, expone a los trabajadores agrícolas a intoxicaciones agudas y crónicas (OMS, 2021). Este panorama justifica la urgencia de implementar sistemas efectivos de recolección y disposición final, no solo por razones ambientales, sino también por un imperativo de salud pública y seguridad laboral.

La discusión ambiental también debe considerar el impacto acumulativo: cada envase no recolectado contribuye al deterioro progresivo del suelo y la pérdida de su capacidad productiva, afectando a largo plazo la sostenibilidad de la agricultura panameña. En este sentido, la gestión ambiental de los envases debe ser

vista como una inversión en la productividad agrícola sostenible, más que como un costo operativo adicional.

Factores técnicos, dimensión educativa y social del proceso de disposición

La optimización del proceso de disposición final de los envases de agroquímicos requiere la integración de tres componentes técnicos: recolección eficiente, tratamiento seguro y valorización del material reciclable. Uno elemento clave es la propuesta de Sorichetti (2023) quien sustenta que el reciclado de los envases vacíos de plástico rígido permite recuperar el material utilizado para generar productos útiles para la sociedad.

En la etapa de recolección, la instalación de centros de acopio permanentes y móviles en áreas estratégicas puede mejorar la cobertura y reducir los costos logísticos. Estos centros deben contar con condiciones adecuadas para el almacenamiento temporal, siguiendo normas de seguridad establecidas por la FAO.

En cuanto al tratamiento, el triple lavado y la perforación de los envases antes de su transporte son procedimientos esenciales para garantizar que los materiales puedan ser reciclados sin riesgo de contaminación. Una vez limpios, los envases plásticos de alta densidad pueden ser reutilizados en la fabricación de materiales no destinados al contacto alimentario, como postes, tuberías o mobiliario urbano (FAO, 2020). Esto no solo reduce la cantidad de residuos peligrosos, sino que promueve la economía circular dentro del sector agrícola.

La dimensión educativa es un componente transversal de la gestión ambiental. Los programas exitosos, tanto en América Latina como en Europa, evidencian que la conciencia ambiental del productor agrícola es el factor determinante para el éxito de cualquier sistema de recolección (UNESCO, 2020). En Panamá, la falta de continuidad en los programas de educación ambiental ha limitado el impacto de las campañas, especialmente en pequeños productores.

Una estrategia educativa integral debería incluir módulos formativos sobre manejo seguro de agroquímicos, procedimientos de lavado y entrega de envases, y efectos ambientales de la contaminación química. Además, la participación de los gobiernos locales y las organizaciones de base rural puede fortalecer la sostenibilidad de estas acciones. Las escuelas agrícolas y los programas de extensión universitaria también pueden desempeñar un papel crucial en la formación de una nueva generación de productores ambientalmente responsables.

La comparación regional evidencia que Panamá se encuentra en una etapa incipiente en la gestión ambiental de los envases de agroquímicos, pese a contar con una base normativa general. A diferencia de modelos exitosos en Brasil y México, donde la corresponsabilidad y la logística inversa son pilares estructurales, en el contexto panameño persisten brechas significativas entre el marco legal y su aplicación efectiva.

La ausencia de un sistema de fiscalización robusto, la falta de infraestructura de recolección y la limitada educación ambiental de los productores agravan el problema. Esta debilidad institucional refleja la necesidad urgente de fortalecer la gobernanza ambiental mediante políticas específicas que regulen la gestión de residuos agrícolas, garanticen la trazabilidad del proceso y promuevan la adopción de prácticas sostenibles alineadas con los principios de la economía circular.

Desde una perspectiva técnica y social, la discusión apunta a que la sostenibilidad del sistema no depende únicamente de la existencia de normas o campañas esporádicas, sino de la integración de la dimensión educativa y la participación de los actores rurales.

El fortalecimiento de la educación ambiental debe articularse con incentivos sociales, como la entrega de certificados de buenas prácticas ambientales, reducción de tasas para productores certificados o beneficios en programas de financiamiento agrícola sostenible. De esta forma, la educación se convierte no solo en un medio de cambio cultural, sino también en una herramienta para estimular la competitividad verde del sector.

Con base en los hallazgos del estudio, se propone un modelo de optimización del proceso de disposición final de envases de agroquímicos para Panamá, sustentado en cinco pilares estratégicos:

Tabla 2: Componentes del modelo estratégico de gestión ambiental de envases agrícolas

Pilar	Descripción
Fortalecimiento legal	Crear un marco normativo específico que regule la gestión de envases agrícolas bajo el principio de responsabilidad extendida del productor.
Infraestructura nacional de recolección	Establecer centros de acopio permanentes en las principales zonas agrícolas y desarrollar sistemas móviles para comunidades alejadas.

Educación y capacitación continua	Implementar programas obligatorios de formación ambiental para agricultores, técnicos y distribuidores.
Incentivos económicos y certificación verde	Fomentar la participación mediante beneficios tributarios o reconocimientos ambientales.
Monitoreo digital y trazabilidad	Desarrollar una plataforma tecnológica para registrar, controlar y reportar los flujos de envases recolectados.

La implementación de este modelo podría convertir a Panamá en un referente regional en sostenibilidad agrícola, al tiempo que fortalecería la competitividad del sector exportador mediante la certificación ambiental de sus procesos. Estos aspectos los destacan Mora-Córdova et al. (2020) al señalar que el crecimiento de la concienciación social sobre los efectos de las actividades económicas en el medio ambiente y el compromiso ético de las empresas ha conducido a una mayor regulación para el acceso a los mercados.

De igual forma, Quinatoa Tenorio (2025) señala que es necesario fortalecer el marco legal y las políticas públicas para garantizar un uso responsable de los agroquímicos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y protegiendo la salud pública. Por otra parte, es necesario comunicar estas opciones a la población en general de forma clara pero directa, se debe establecer un canal de información que sirva para informar a todos los habitantes y aumentar así la eficacia en la implementación.

CONCLUSIÓN

El impacto ambiental derivado del manejo inadecuado de los envases es evidente: contaminación de suelos, aguas y aire; pérdida de biodiversidad; y riesgos significativos para la salud humana. Estas consecuencias refuerzan la necesidad de adoptar políticas preventivas que prioricen la reducción del riesgo desde el origen, mediante buenas prácticas agrícolas, el uso racional de agroquímicos y la eliminación progresiva de sustancias altamente peligrosas.

Es fundamental el papel fundamental de la educación ambiental y la participación comunitaria. Los programas que involucran activamente a las comunidades rurales muestran mayores tasas de recolección y mejores prácticas de manejo. Esto confirma que la sostenibilidad ambiental no depende exclusivamente de la normativa o la infraestructura, sino también de la conciencia social y la corresponsabilidad ambiental de los productores.

La optimización del proceso de disposición final requiere un enfoque integral que combine innovación tecnológica, educación, gobernanza y sostenibilidad económica. La implementación de sistemas de trazabilidad digital y reciclaje responsable representa una oportunidad para vincular la gestión ambiental con la economía circular, creando valor a partir de los residuos y contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- Capcha, D. H. (2023). Gestión ambiental en América Latina 2023-Estudio de revisión. *Revista de Climatología Edición Especial Ciencias Sociales*, 23, 1503. <https://rclimatol.eu/wp-content/uploads/2023/08/Articulo-CS23-Dina.pdf>
- CropLife. (2022). CampoLimpio, una solución ambiental para el Agro. <https://croplifela.org/es/sostenibilidad-y-desarrollo/campolimpio>
- Decreto ejecutivo 305 de 2002. Que establece el licenciamiento previo no automático, para reglamentar la importación de algunas sustancias químicas potencialmente peligrosas, como sustancias o materiales peligrosos controlados, y dicta otras disposiciones. <https://panama.justia.com/federales/decretos-ejecutivos/305-de-2002-sep-9-2002/gdoc/>
- Delgado, S. C., & García, T. A. (2009). La gestión ambiental, herramienta para el replanteamiento estratégico de la empresa. *Contribuciones a la Economía*, 6(1). <https://contribucionesalaeconomia.com/index.php/contribuciones-economia/article/download/1305/1480>
- FAO. (2021). *Gestión de los plaguicidas para la agricultura y la salud pública: Compendio de directrices y otros recursos de la FAO y la OMS*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb3179es>
- FAO. (2025). Manejo integrado de plagas y plaguicidas. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>
- Guerra Hernández, L. J. (2024). Residuos orgánicos y economía circular: una incursión hacia el cambio a un modelo de economía circular en el tratamiento de residuos en empresas cafeteras colombianas.

- <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/209962/Guerra%20-%20RESIDUOS%20ORGANICOS%20Y%20ECONOMIA%20CIRCULAR%20UNA%20INCURSION%20HACIA%20EL%20CAMBIO%20A%20UN%20MODELO%20DE%20ECON.pdf?sequence=1>
- inpEV. (2021). Relatório de Sustentabilidade 2021 Gestor do Sistema Campo Limpo, sistema brasileiro de logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas <https://www.sistemacampolimpo.org.br/wp-content/uploads/restricted/inpEV-RS2021.pdf>
- Ley 41 de 1998. Ley general de ambiente de la República de Panamá. 3 de julio de 1998. <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/41-de-1998-jul-3-1998.pdf>
- Mantilla Ballesteros, M. L., & Garzón Rueda, L. D. (2021). Alternativas para el proceso de recuperación de suelos contaminados por el uso de agroquímicos en el cultivo del tomate en el municipio de Gramalote departamento Norte de Santander Colombia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/41349/ldgarzonr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MiAmbiente. (2023). *Estrategia nacional de residuos peligrosos y agroquímicos*. Ministerio de Ambiente de Panamá. <https://miambiente.gob.pa/estrategias-ambientales/>
- MIDA. (2018). Resolución N° OAL-005-ADM-2018 Panamá, 19 de enero de 2018. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/pan178041.pdf>
- MIDA. (2022). Informe sobre manejo de envases de agroquímicos en el sector agrícola panameño. <https://mida.gob.pa/sanidad-vegetal-2/>
- MIDA. (2025). Resolución N.0 OAL-051-ADM-2025, Panamá 3 de abril de 2025. <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/30265/111904.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (2024). *MIDA y ANDIA implementarán un plan nacional para la eliminación adecuada de envases vacíos de plaguicidas*. Ministerio De Desarrollo Agropecuario. <https://mida.gob.pa/2024/04/24/mida-y-andia-implementaran-un-plan-nacional-para-la-eliminacion-adecuada-de-envases-vacios-de-plaguicidas/>
- Miranda, N., Sánchez, D., & Sicilia, K. (2022). Manejo de envases vacíos de agroquímicos en la producción de arroz en el Distrito de Alanje, Provincia de Chiriquí. *Revista Semilla del Este*, 3(1), 151-160. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/download/3210/2820
- Moglia, A. M. (1990). Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su eliminación. *Ambient. recur. nat.* <https://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf>
- Mora-Córdova, D. E., Lituma-Loja, A. A., & González-Illescas, M. L. (2020). Las certificaciones como estrategia para la competitividad de las empresas exportadoras. *INNOVA Research Journal*, 5(2), 113-132. <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n2.2020.1274>
- OMS. (2021). *Residuos de plaguicidas en los alimentos*. Oficinas Regionales de la Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2020). Educación para el Desarrollo Sostenible. Hoja de ruta.
- Quinatoa Tenorio, C. D. (2025). *Uso de agroquímicos y su regulación en la agricultura del cantón Salcedo*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6c4a65da-af01-4f4a-943e-ffa4edb237b2/content>
- Sorichetti, A. E. (2023). Desarrollo de estrategias de optimización para la gestión de redes de recolección de envases vacíos de fitosanitarios. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur]. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6701>
- Velázquez-Chávez, L. D. J., Ortiz-Sánchez, I. A., Chávez-Simental, J. A., Pámanes-Carrasco, G. A., Carrillo-Parra, A., & Pereda-Solís, M. E. (2022). Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.482>