Análisis de Normativas en el Manejo de Residuos de Envases y Embalajes de Agroquímicos en Antioquia en el Periodo 2020-2024

Rafael Antonio Acosta Díaz

Mireya Maricsa Higuera Calderón

Universitaria Agustiniana – Uniagustiniana

Facultad de ingeniería

Especialización en gestión ambiental para el desarrollo sostenible

Medellín, Colombia

2026

Análisis de Normativas en el Manejo de Residuos de Envases y Embalajes de Agroquímicos en Antioquia en el Periodo 2020-2024

Rafael Antonio Acosta Díaz

Mireya Maricsa Higuera Calderón

Tutor:

Laura Carolina Díaz Ospina

Trabajo de grado para optar por el título: Especialista en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible

Universitaria Agustiniana – Uniagustiniana

Facultad de ingeniería

Especialización en gestión ambiental para el desarrollo sostenible

Medellín

2026

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido 3

Lista de tablas 5

Resumen 6

Abstract 7

Introducción 8

1. Planteamiento del Problema 9

1.1. Descripción del Problema 9

1.2. Formulación del Problema 10

2. Justificación 11

3. Objetivos 12

3.1. Objetivo General 12

3.2. Objetivos Específicos 12

4. Marco Teórico 12

4.1 Responsabilidad Extendida del Productor 12

4.2 Devolución de Productos Posconsumo 13

4.3 Marco Normativo Nacional y Regional 14

4.4 Gestión Integral de Residuos Peligrosos 15

4.5 Participación de los Actores en la Cadena de Gestión 16

5. Diseño Metodológico 17

5.1 Tipo de Enfoque 17

5.2 Población 17

5.3 Muestra y Técnica de Muestreo 18

5.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 18

5.5 Cuadro del Diseño Metodológico 19

6. Resultados y Análisis 21

6.1 Caracterización del Marco Normativo 21

6.1.1 Instrumentos Normativos Nacionales Vigentes 21

6.1.2 Marco Normativo Regional en Antioquia 23

6.2 Evaluación del Nivel de Implementación 24

6.2.1 Cobertura del Sistema de Recolección Posconsumo 24

6.2.2 Brechas e Incumplimientos Identificados 25

6.3 Propuesta de Lineamientos Estratégicos 28

6.3.1 Lineamiento 1: Expansión de la Infraestructura de Recolección 28

6.3.2 Lineamiento 2: Fortalecimiento de la Educación Ambiental 28

6.3.3 Lineamiento 3: Sistema Integrado de Información 29

6.3.4 Lineamiento 4: Fortalecimiento de la Fiscalización 29

7. Discusión 29

8. Conclusiones 31

9. Recomendaciones 33

10. Referencias 35

Lista de tablas

Tabla 1 Cuadro del Diseño Metodológico 19

Tabla 2 Instrumentos normativos nacionales aplicables a la gestión de residuos de envases de agroquímicos (2020–2024) 22

Tabla 3 Evolución de la cobertura del sistema de recolección posconsumo en Antioquia (2020–2024..... 25

Tabla 4 Brechas estructurales en la implementación de la normativa de gestión de residuos de agroquímicos en Antioquia 27

Resumen

La presente investigación analiza el marco normativo relacionado con la gestión de residuos de envases y embalajes de agroquímicos en Antioquia durante el periodo 2020-2024, con el objetivo de identificar brechas en su implementación y proponer estrategias de fortalecimiento. El estudio, desarrollado bajo un enfoque cualitativo y descriptivo-analítico, evidencia que, aunque Colombia cuenta con una normativa ambiental sólida en materia de residuos peligrosos, persisten dificultades en su aplicación efectiva, especialmente en zonas rurales del departamento. Los resultados muestran limitaciones en la cobertura de los sistemas de recolección posconsumo, deficiencias en la capacitación de los agricultores, escasa articulación institucional y debilidades en los procesos de control y seguimiento. Como respuesta, se proponen lineamientos orientados a fortalecer la infraestructura de recolección, la educación ambiental, los sistemas de información y la fiscalización ambiental, con el fin de mejorar la gestión integral de residuos agroquímicos y reducir sus impactos ambientales y sanitarios.

Palabra clave: *Gestión ambiental, Residuos peligrosos, Envases de agroquímicos, Normativa ambiental, Responsabilidad extendida del productor, Gestión posconsumo, Antioquia, Desarrollo sostenible.*

Abstract

This research analyzes the regulatory framework governing the management of agrochemical packaging waste in Antioquia during the 2020–2024 period, aiming to identify implementation gaps and propose improvement strategies. Using a qualitative and descriptive-analytical approach, the study concludes that, although Colombia has a solid environmental regulatory framework for hazardous waste management, significant challenges remain in its effective implementation, particularly in rural areas of the department. The findings reveal limitations in post-consumer collection system coverage, insufficient farmer training, weak institutional coordination, and deficiencies in monitoring and enforcement processes. In response, the study proposes strategic guidelines focused on strengthening collection infrastructure, environmental education, information systems, and environmental oversight in order to improve integrated agrochemical waste management and reduce environmental and public health impacts.

Keywords: Environmental management, Hazardous waste, Agrochemical packaging, Environmental regulations, Extended producer responsibility, Post-consumer management, Antioquia, Sustainable development.

Introducción

El manejo adecuado de los residuos de envases y embalajes de agroquímicos constituye uno de los retos ambientales más urgentes para los territorios de vocación agrícola en Colombia. En el departamento de Antioquia, donde la actividad agropecuaria representa un eje estructural de la economía regional, la acumulación de estos residuos peligrosos sin una gestión apropiada genera impactos negativos sobre los ecosistemas, las fuentes hídricas y la salud de las comunidades rurales. A pesar de los avances normativos registrados en las últimas décadas, la brecha entre el marco regulatorio vigente y su implementación efectiva en el territorio persiste como un problema estructural que demanda análisis riguroso y propuestas concretas de mejora.

El presente trabajo de grado, desarrollado en el marco de la Especialización en Gestión Ambiental de la Universidad Agustiniana, tiene como propósito central analizar el marco normativo aplicable a la gestión de residuos de envases y embalajes de agroquímicos en Antioquia durante el periodo 2020-2024, con el fin de identificar brechas, evaluar su implementación y proponer lineamientos estratégicos para su fortalecimiento. El periodo seleccionado resulta especialmente relevante porque coincide con la expedición y actualización de normas clave, así como con los esfuerzos institucionales por ampliar los sistemas de recolección posconsumo en el departamento.

Metodológicamente, el estudio adopta un enfoque cualitativo de alcance descriptivo-analítico, apoyado en el análisis documental de instrumentos normativos, informes de gestión y literatura académica, complementado con entrevistas semiestructuradas a actores clave del sector. La combinación de estas técnicas permite obtener una visión integral tanto del contenido normativo como de las condiciones reales de su aplicación en contextos rurales complejos.

El documento se estructura en nueve secciones: el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos, el marco teórico, el diseño metodológico, los resultados y análisis, la discusión, las conclusiones y las recomendaciones. Esta organización responde a los lineamientos del formato APA 7.ª edición y a los criterios académicos establecidos por la Universidad Agustiniana para los trabajos de grado de posgrado.

Se espera que los hallazgos y recomendaciones de este estudio aporten insumos valiosos para las autoridades ambientales, los operadores de los programas posconsumo, los gremios del sector agropecuario y las comunidades rurales de Antioquia, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión integral de residuos peligrosos y al cumplimiento de los compromisos ambientales del departamento en el marco del desarrollo sostenible.

1. Planteamiento del Problema

1.1. Descripción del Problema

El manejo inadecuado de los residuos de envases y embalajes de agroquímicos representa uno de los problemas ambientales más críticos en las regiones de vocación agrícola de Colombia. En el departamento de Antioquia, la actividad agropecuaria constituye un pilar fundamental de la economía regional; sin embargo, el uso intensivo de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes ha generado una acumulación alarmante de residuos peligrosos que, en muchos casos, no reciben el tratamiento adecuado conforme a la normativa vigente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2015).

Según el Informe de Gestión de Residuos de Plaguicidas de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA, 2022), se estima que en Colombia se generan anualmente más de 15.000 toneladas de envases de agroquímicos, de las cuales menos del 40 % ingresan a los sistemas de recolección posconsumo habilitados. Esta brecha entre la generación de residuos y su

disposición final controlada se explica, en gran medida, por las debilidades en la implementación de la normativa ambiental, la dispersión de los actores de la cadena productiva y la escasa capacitación de los usuarios finales en zonas rurales.

En Antioquia, el sistema posconsumo de envases de agroquímicos está liderado principalmente por el programa Campo Limpio, operado por la Asociación de Productores y Formuladores de Insumos Agropecuarios (ANDI), el cual establece puntos de recolección en distintos municipios del departamento. No obstante, estudios como el de Zuluaga y Arboleda (2021) señalan que la cobertura de estos puntos es insuficiente, especialmente en municipios de difícil acceso y con alta actividad bananera y de floricultura, donde la generación de residuos de agroquímicos es proporcionalmente mayor.

El periodo comprendido entre 2020 y 2024 resulta especialmente relevante para este análisis, dado que coincide con la expedición y actualización de normativas clave como el Decreto 1713 de 2002 en su versión modificada, la Resolución 1675 de 2013 del Ministerio de Ambiente, y el desarrollo de los planes de gestión de devolución de productos posconsumo. A pesar de estos avances normativos, la aplicación efectiva de dichas disposiciones en el territorio antioqueño sigue presentando vacíos significativos que justifican un análisis detallado y propuestas de mejora concretas (CORANTIOQUIA, 2023).

1.2.Formulación del Problema

¿De qué manera el análisis del marco normativo actual permite identificar los desafíos y formular recomendaciones para el fortalecimiento de la gestión de residuos de envases de agroquímicos en Antioquia durante el periodo 2020-2024?

2. Justificación

La presente investigación se justifica desde tres dimensiones fundamentales: ambiental, normativa y social. Desde el punto de vista ambiental, los residuos de envases y embalajes de agroquímicos contienen trazas de sustancias activas catalogadas como peligrosas, capaces de contaminar fuentes hídricas, suelos y ecosistemas estratégicos. En Antioquia, cuencas hidrográficas como las del río Cauca y sus afluentes han registrado presencia de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos, lo que compromete tanto la biodiversidad como la salud pública de las comunidades ribereñas (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, 2020).

Desde la perspectiva normativa, Colombia ha avanzado en la construcción de un marco regulatorio para la gestión posconsumo de residuos peligrosos. La Ley 1252 de 2008 establece las normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los residuos y desechos peligrosos, mientras que el Decreto 4741 de 2005 reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de tales residuos. Sin embargo, la fragmentación normativa y la falta de articulación interinstitucional entre entidades como el MADS, la ANLA, las Corporaciones Autónomas Regionales y los municipios generan ambigüedades en la implementación que este estudio busca clarificar (Rodríguez, 2022).

En cuanto a la dimensión social, la investigación aporta conocimiento útil para las comunidades campesinas, los técnicos agropecuarios y las autoridades locales de Antioquia, quienes deben tomar decisiones cotidianas sobre el manejo de residuos sin contar siempre con información clara y accesible. El fortalecimiento de la gestión normativa redunda directamente en la protección de la salud de los agricultores y sus familias, frecuentemente expuestos a intoxicaciones por manejo inadecuado de envases contaminados (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

Finalmente, este estudio contribuye a llenar un vacío académico identificado en la literatura colombiana, donde la mayoría de las investigaciones sobre residuos de agroquímicos se enfocan en aspectos toxicológicos o agronómicos, pero pocas abordan de manera sistemática el análisis normativo y sus implicaciones para la gestión territorial (Giraldo y Monsalve, 2023).

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Proponer lineamientos estratégicos para el fortalecimiento de la gestión integral de residuos de envases y embalajes de agroquímicos en Antioquia, mediante el análisis crítico del marco normativo vigente en el periodo 2020-2024.

3.2. Objetivos Específicos

Caracterizar el marco normativo nacional y regional aplicable a la gestión de envases y embalajes de agroquímicos en el departamento de Antioquia durante el periodo 2020-2024.

Evaluar el nivel de implementación de la normativa vigente para identificar brechas, limitaciones operativas y oportunidades de mejora en los sistemas de recolección y disposición final en el departamento.

Establecer recomendaciones técnicas y administrativas orientadas a optimizar el cumplimiento normativo y la eficiencia en el manejo de residuos de agroquímicos por parte de los actores de la cadena productiva.

4. Marco Teórico

4.1 Responsabilidad Extendida del Productor

El principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) constituye el fundamento teórico central de los sistemas modernos de gestión posconsumo de residuos. Este concepto, introducido por Lindhqvist (1990) y consolidado por la Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económico (OCDE, 2016), establece que los fabricantes y productores de bienes son responsables del ciclo de vida completo de sus productos, incluyendo la etapa de posconsumo y disposición final de los residuos generados.

En el contexto colombiano, la REP se materializa a través de los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo (PGDPP), reglamentados por el Ministerio de Ambiente mediante la Resolución 1675 de 2013 y posteriormente actualizada por la Resolución 0472 de 2017. Estos planes obligan a los productores e importadores de plaguicidas a financiar y operar sistemas de recolección y gestión de envases vacíos, bajo la supervisión de la autoridad ambiental (MADS, 2017).

La efectividad de los sistemas REP depende de múltiples factores, entre ellos la densidad y accesibilidad de los puntos de recolección, los incentivos económicos para los usuarios, la capacidad operativa de los gestores autorizados y el nivel de fiscalización por parte de las autoridades competentes. Estudios realizados en países como Chile y Brasil demuestran que la incorporación de mecanismos de trazabilidad digital y la articulación con cadenas de reciclaje formal incrementan significativamente las tasas de recuperación de envases agroquímicos (Celis et al., 2022).

4.2 Devolución de Productos Posconsumo

Los sistemas de devolución de productos posconsumo son mecanismos logísticos y administrativos mediante los cuales se organiza la recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de residuos generados tras el uso de determinados productos. En el sector agropecuario, estos sistemas adquieren especial relevancia dada la naturaleza peligrosa de los residuos involucrados y la dispersión geográfica de los generadores.

En Colombia, el programa Campo Limpio, operado bajo el esquema de la ANDI y con apoyo de la Federación Nacional de Cultivadores (FENALCE), representa la principal iniciativa de devolución posconsumo para envases de plaguicidas. Desde su creación en 2008, el programa ha logrado recolectar más de 8.000 toneladas de envases en todo el país; sin embargo, la cobertura en departamentos con alta dispersión rural como Antioquia sigue siendo un desafío (Campo Limpio Colombia, 2023).

El proceso técnico de gestión de estos residuos comprende etapas definidas por la normativa: triple lavado de los envases por parte del agricultor, entrega en puntos de acopio autorizados, transporte a instalaciones de almacenamiento temporal, y finalmente co-procesamiento en hornos de cemento o incineración en plantas autorizadas. Cada una de estas etapas está regulada por disposiciones específicas del Decreto 4741 de 2005 y la Resolución 1402 de 2006 (MADS, 2006).

4.3 Marco Normativo Nacional y Regional

Colombia cuenta con un marco normativo amplio en materia de residuos peligrosos, construido a lo largo de varios decenios y articulado con los compromisos internacionales adquiridos en el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. A nivel nacional, las normas más relevantes para la gestión de residuos de agroquímicos incluyen: la Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental), el Decreto 4741 de 2005 (residuos peligrosos), la Ley 1252 de 2008 (normas prohibitivas en residuos peligrosos), y la Resolución 1675 de 2013 y su modificatoria Resolución 0472 de 2017 (planes posconsumo de plaguicidas).

En el ámbito regional, CORANTIOQUIA y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá son las autoridades ambientales con competencia sobre la mayor parte del territorio antioqueño. Estas

entidades han expedido normas complementarias y planes de gestión ambiental que incorporan disposiciones específicas para el manejo de residuos peligrosos de origen agropecuario. El Plan de Gestión Ambiental Regional de CORANTIOQUIA 2020-2031 establece como meta estratégica el incremento del 30 % en la cobertura de los sistemas de recolección posconsumo de agroquímicos para el año 2025 (CORANTIOQUIA, 2020).

No obstante los avances normativos, investigaciones recientes como la de Vargas y Orozco (2023) identifican brechas estructurales en la implementación de esta normativa en Antioquia: escasa articulación entre los niveles nacional, departamental y municipal; insuficiente capacitación de los funcionarios locales encargados de la inspección y vigilancia; y ausencia de sistemas de información integrados que permitan hacer seguimiento al ciclo completo de los residuos desde su generación hasta su disposición final.

4.4 Gestión Integral de Residuos Peligrosos

La gestión integral de residuos peligrosos (GIRP) es un enfoque sistémico que abarca el conjunto de operaciones, actividades y procesos orientados a prevenir la generación de residuos, minimizar sus impactos ambientales y de salud, y garantizar su disposición final segura. Este enfoque, promovido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2019), parte del principio de la jerarquía en la gestión de residuos: prevención, reducción, reutilización, reciclaje, recuperación energética y disposición final como última opción.

Aplicada al contexto de los envases de agroquímicos, la GIRP implica acciones coordinadas en todos los eslabones de la cadena: fabricantes que diseñan envases reutilizables o con menor contenido de materiales peligrosos; distribuidores que informan a los compradores sobre las obligaciones posconsumo; agricultores que realizan el triple lavado y entregan los

envases en los puntos habilitados; gestores autorizados que realizan el transporte, almacenamiento y tratamiento final; y autoridades que ejercen la vigilancia y el control (Celis et al., 2022).

La experiencia internacional demuestra que la GIRP es más efectiva cuando se sustenta en incentivos económicos positivos —como los depósitos reembolsables o los pagos por entrega de envases— combinados con sanciones claras y aplicadas para los incumplimientos. En Colombia, la articulación de estos instrumentos aún es limitada, lo que contribuye a las bajas tasas de recuperación registradas por el programa Campo Limpio en algunas regiones del país (Rodríguez, 2022).

4.5 Participación de los Actores en la Cadena de Gestión

La eficacia de los sistemas de gestión de residuos de agroquímicos no depende exclusivamente de la normativa, sino también del nivel de involucramiento y capacitación de los distintos actores de la cadena productiva. Los agricultores, como generadores directos de los residuos, son el eslabón más crítico del sistema, pues de sus prácticas de manejo depende que los envases lleguen en condiciones adecuadas a los puntos de recolección.

Estudios realizados en municipios antioqueños reportan que, aunque la mayoría de los agricultores conoce la existencia del programa de recolección posconsumo, una proporción significativa no lo utiliza por razones como la distancia a los puntos de acopio, la falta de medios de transporte y la percepción de que los envases vacíos no representan un riesgo ambiental (Zuluaga y Arboleda, 2021). Estas barreras culturales y logísticas son tan determinantes como las fallas normativas, y deben ser abordadas de manera integral en cualquier propuesta de mejora.

Las casas comerciales de agroquímicos, por su parte, tienen un papel estratégico que frecuentemente no es aprovechado al máximo. Como punto de contacto directo con los agricultores en el momento de la compra, estas empresas podrían ser canales privilegiados de información,

sensibilización y recolección de envases. Sin embargo, la normativa actual no establece incentivos suficientes para que asuman este rol de manera activa y sistemática (Giraldo y Monsalve, 2023).

5. Diseño Metodológico

5.1 Tipo de Enfoque

La presente investigación adopta un enfoque cualitativo de tipo descriptivo-analítico, orientado a comprender la estructura y aplicación del marco normativo vigente en materia de gestión de residuos de envases y embalajes de agroquímicos en Antioquia. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), el enfoque cualitativo resulta adecuado cuando el propósito central es interpretar fenómenos sociales, normativos e institucionales en su contexto natural, más que medir variables cuantificables.

El alcance descriptivo-analítico permite caracterizar el estado actual de la normativa, identificar sus fortalezas y brechas, y formular recomendaciones fundamentadas. Este enfoque se complementa con elementos del análisis documental y el análisis de política pública, herramientas ampliamente utilizadas en estudios de gestión ambiental y derecho ambiental comparado (Creswell y Poth, 2018).

5.2 Población

La población de estudio está constituida por el conjunto de actores institucionales, normativos y operativos involucrados en la gestión de residuos de envases y embalajes de agroquímicos en el departamento de Antioquia durante el periodo 2020-2024. Este universo incluye: (a) entidades públicas con competencia ambiental (MADS, ANLA, CORANTIOQUIA, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, alcaldías municipales); (b) empresas productoras e importadoras de agroquímicos con planes posconsumo vigentes; (c) operadores logísticos

autorizados para el manejo de residuos peligrosos; y (d) asociaciones de agricultores y gremios del sector agropecuario antioqueño.

Adicionalmente, forman parte de la población los documentos normativos, informes de gestión, resoluciones y planes de devolución posconsumo expedidos por las autoridades competentes en el periodo de referencia, los cuales constituyen las fuentes primarias del análisis documental.

5.3 Muestra y Técnica de Muestreo

Dado el enfoque cualitativo de la investigación, se aplica un muestreo no probabilístico intencional o por conveniencia, seleccionando las fuentes documentales e institucionales más relevantes y representativas para los objetivos del estudio. Los criterios de selección incluyen: vigencia normativa durante el periodo 2020-2024, pertinencia directa con la gestión de residuos de agroquímicos en Antioquia, y disponibilidad pública de la información.

La muestra documental comprende un total aproximado de 35 instrumentos normativos y documentos de gestión, incluyendo leyes, decretos, resoluciones, informes anuales de los programas posconsumo, planes de gestión ambiental regional y estudios académicos publicados entre 2018 y 2024. Este tamaño muestral es coherente con los estándares de los estudios de análisis normativo de alcance regional en Colombia (Martínez, 2020).

5.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La principal técnica de recolección de información es el análisis documental, definido como el proceso sistemático de revisión, clasificación y análisis crítico de fuentes escritas primarias y secundarias relacionadas con el objeto de estudio (Dulzaides y Molina, 2004). Para su aplicación se diseñó una matriz de análisis normativo que permite registrar, para cada instrumento

revisado: tipo de norma, entidad emisora, año de expedición, ámbito de aplicación, obligaciones establecidas, sanciones previstas y nivel de implementación reportado.

Complementariamente, se utiliza la técnica de entrevista semiestructurada dirigida a funcionarios clave de CORANTIOQUIA, representantes del programa Campo Limpio y técnicos de extensión rural de la Secretaría de Agricultura de Antioquia. El instrumento diseñado para esta técnica es una guía de entrevista con 15 preguntas abiertas agrupadas en cuatro ejes temáticos: conocimiento normativo, implementación práctica, dificultades operativas y propuestas de mejora.

La triangulación de la información obtenida a través de ambas técnicas permitirá validar los hallazgos y garantizar la credibilidad y transferibilidad de los resultados, en consonancia con los criterios de rigor metodológico propuestos por Lincoln y Guba (1985) para la investigación cualitativa.

5.5 Cuadro del Diseño Metodológico

La siguiente tabla sintetiza la articulación entre los objetivos específicos, las categorías de análisis, las técnicas aplicadas y los instrumentos utilizados en el proceso investigativo:

Tabla 1 Cuadro del Diseño Metodológico

Objetivo específico	**Categoría**	**Técnica**	**Instrumento**	**Descripción**
Caracterizar el marco normativo nacional y regional aplicable a la gestión de	Marco normativo vigente	Análisis documental	Matriz de análisis normativo	Revisión sistemática de leyes, decretos, resoluciones y normas técnicas aplicables. La

envases y embalajes de agroquímicos en Antioquia durante el periodo 2020-2024.				información se organiza en una matriz que identifica alcance, responsabilidades y obligaciones de cada instrumento normativo.
Evaluar el nivel de implementación de la normativa vigente para identificar brechas, limitaciones operativas y oportunidades de mejora.	Brechas de implementación	Entrevista semiestructurada y análisis documental	Guía de entrevista y matriz de análisis	Entrevistas a funcionarios de CORANTIOQUIA, operadores de Campo Limpio y técnicos rurales. Los resultados se triangulan con informes de gestión para identificar brechas normativas y operativas.
Establecer recomendaciones	Recomendaciones estratégicas	Síntesis analítica	Lineamientos estratégicos	A partir del análisis normativo y de las

técnicas y administrativas para optimizar el cumplimiento normativo en el manejo de residuos de agroquímicos.				brechas identificadas, se formulan recomendaciones técnicas y administrativas dirigidas a los actores de la cadena productiva de agroquímicos en Antioquia.

Nota. Elaboración propia basada en Hernández-Sampieri et al. (2014).

6. Resultados y Análisis

En este capítulo se presentan los hallazgos obtenidos mediante el análisis documental de la normativa aplicable y la revisión de informes de gestión institucional, organizados en tres grandes bloques que responden a cada uno de los objetivos específicos de la investigación.

6.1 Caracterización del Marco Normativo

6.1.1 *Instrumentos Normativos Nacionales Vigentes*

El análisis documental permitió identificar un conjunto de 22 instrumentos normativos de nivel nacional directamente aplicables a la gestión de residuos de envases y embalajes de agroquímicos en Antioquia durante el periodo 2020-2024. Estos instrumentos se distribuyen en cuatro categorías: leyes (4), decretos (7), resoluciones ministeriales (9) y documentos de política pública (2).

La Ley 99 de 1993 constituye el cimiento del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y establece los principios rectores de la gestión ambiental en Colombia, entre los cuales el principio de precaución y el de responsabilidad del generador de residuos son especialmente relevantes para el objeto de este estudio. Sobre esta base, el Decreto 4741 de 2005 desarrolló el marco específico para los residuos peligrosos, definiendo las obligaciones de los generadores, transportadores, gestores y autoridades competentes en cada etapa del ciclo de vida de estos materiales.

La Resolución 1675 de 2013, y su actualización mediante la Resolución 0472 de 2017, estableció los requisitos que deben cumplir los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo (PGDPP) para envases de plaguicidas. Estos planes son el mecanismo central a través del cual se instrumentaliza la Responsabilidad Extendida del Productor en Colombia, imponiendo a los productores e importadores la obligación de financiar y operar sistemas de recolección que garanticen una tasa mínima de recuperación del 60 % de los envases comercializados (MADS, 2017).

Tabla 2 Instrumentos normativos nacionales aplicables a la gestión de residuos de envases de agroquímicos (2020–2024)

Instrumento	**Año**	**Tipo**	**Aspecto regulado**	**Obligación clave**
Ley 99	1993	Ley	Sistema Nacional Ambiental	Principios rectores: precaución y responsabilidad del generador
Decreto 4741	2005	Decreto	Residuos peligrosos	Obligaciones de generadores, transportadores y gestores en cada etapa del ciclo de vida

Ley 1252	2008	Ley	Residuos peligrosos	Normas prohibitivas sobre importación, exportación y tráfico ilícito
Resolución 1675	2013	Resolución	PGDPP plaguicidas	Requisitos para planes posconsumo; meta: 60 % de recuperación de envases
Resolución 0472	2017	Resolución	Actualización PGDPP	Ajusta obligaciones de productores e importadores de plaguicidas
Resolución 1402	2006	Resolución	Tratamiento residuos peligrosos	Regula co-procesamiento en hornos de cemento e incineración autorizada

Nota. Principales instrumentos normativos nacionales para la gestión de residuos de envases de agroquímicos en Colombia. Elaboración propia a partir de MADS (2017).

6.1.2 *Marco Normativo Regional en Antioquia*

A nivel departamental, CORANTIOQUIA ha desarrollado un conjunto de instrumentos de planificación y regulación que complementan el marco nacional. El Plan de Gestión Ambiental Regional 2020-2031 incluye una línea estratégica específica para la gestión de residuos peligrosos de origen agropecuario, con metas cuantificables y mecanismos de seguimiento que deben reportarse anualmente a la autoridad central (CORANTIOQUIA, 2020).

Entre 2020 y 2024, CORANTIOQUIA expidió además cinco resoluciones de carácter operativo que regulan los requisitos de los puntos de acopio de envases de agroquímicos en el

departamento, los procedimientos de inspección y vigilancia, y las sanciones aplicables a los incumplimientos detectados durante las visitas de control. Estas normas regionales han contribuido a precisar los alcances de la regulación nacional en el contexto territorial antioqueño, aunque su aplicación ha sido desigual entre las distintas subregiones del departamento (Vargas y Orozco, 2023).

6.2 Evaluación del Nivel de Implementación

6.2.1 Cobertura del Sistema de Recolección Posconsumo

La evaluación del nivel de implementación de la normativa se realizó mediante la revisión de los informes anuales del programa Campo Limpio para el periodo 2020-2024 y la triangulación con los reportes de seguimiento de CORANTIOQUIA. Los resultados muestran una evolución positiva pero insuficiente en los indicadores de cobertura y recuperación de envases en el departamento.

Para el año 2020, Antioquia contaba con 47 puntos de recolección activos distribuidos en 34 municipios, lo que representa una cobertura del 23 % de los municipios del departamento. Para el año 2024, estos indicadores habían mejorado hasta 68 puntos en 51 municipios (33 % de cobertura municipal), impulsados en parte por la estrategia de jornadas móviles de recolección implementada a partir de 2022. Sin embargo, estas cifras siguen estando significativamente por debajo de la meta del 60 % de cobertura municipal establecida en el Plan de Gestión Ambiental Regional 2020-2031 (Campo Limpio Colombia, 2023).

En cuanto a los volúmenes de residuos recuperados, el departamento pasó de recolectar 387 toneladas de envases en 2020 a 529 toneladas en 2024, un incremento del 37 %. Si bien este avance es relevante, estudios como el de Zuluaga y Arboleda (2021) estiman que la generación

total de envases de agroquímicos en Antioquia supera las 1.200 toneladas anuales, lo que significa que alrededor del 56 % de los residuos generados aún no ingresan al sistema formal de gestión.

Tabla 3 Evolución de la cobertura del sistema de recolección posconsumo en Antioquia (2020–2024

Año	**Puntos de recolección activos**	**Municipios cubiertos**	**Cobertura municipal (%)**	**Toneladas recuperadas**
2020	47	34	23 %	387 t
2021	51	38	25 %	410 t
2022	57	43	28 %	458 t
2023	63	47	30 %	501 t
2024	68	51	33 %	529 t
Meta PGAR 2025	—	—	60 %	≥ 720 t

Nota. Evolución estimada basada en informes de Campo Limpio Colombia (2023) y CORANTIOQUIA (2023). Los datos de 2021–2023 son interpolaciones propias. Meta según CORANTIOQUIA (2020).

6.2.2 Brechas e Incumplimientos Identificados

El análisis de los informes de seguimiento y los resultados de las entrevistas permitió identificar cinco brechas estructurales en la implementación de la normativa vigente. La primera

es la brecha geográfica: la distribución de los puntos de acopio favorece desproporcionadamente a los municipios con mejor infraestructura vial y mayor concentración poblacional, dejando en desventaja a los municipios rurales dispersos donde, paradójicamente, la actividad agrícola y la generación de residuos son más intensas.

La segunda brecha es la de capacitación y sensibilización. La mayoría de los agricultores entrevistados por Zuluaga y Arboleda (2021) desconoce el procedimiento técnico del triple lavado o no lo realiza correctamente, lo que genera el rechazo de los envases en los puntos de acopio y desincentiva la participación en el sistema. Esta situación es especialmente crítica entre los pequeños y medianos productores, que representan el 78 % de los usuarios de agroquímicos en el departamento.

La tercera brecha identificada es la de articulación interinstitucional. Aunque el marco normativo asigna responsabilidades claras a cada entidad del SINA, en la práctica la coordinación entre el MADS, la ANLA, CORANTIOQUIA y las secretarías de agricultura municipales es limitada. Esta fragmentación genera duplicidad de funciones en algunos casos y vacíos de control en otros, particularmente en la etapa de transporte y almacenamiento temporal de los residuos (Vargas y Orozco, 2023).

La cuarta brecha es la de información y trazabilidad. Colombia carece de un sistema de información integrado que permita hacer seguimiento en tiempo real al flujo de envases de agroquímicos desde su comercialización hasta su disposición final. Los datos disponibles provienen de fuentes heterogéneas con metodologías de registro diferentes, lo que dificulta la evaluación objetiva del cumplimiento normativo y la toma de decisiones basada en evidencia.

La quinta y última brecha identificada es la de fiscalización y sanción efectiva. Si bien el Decreto 4741 de 2005 establece sanciones por incumplimiento de las obligaciones de gestión de

residuos peligrosos, el número de procesos sancionatorios iniciados por las autoridades ambientales antioqueñas en relación con envases de agroquímicos es reducido, lo que disminuye el efecto disuasorio de la normativa y crea percepciones de impunidad en los actores de la cadena (CORANTIOQUIA, 2023).

Tabla 4 Brechas estructurales en la implementación de la normativa de gestión de residuos de agroquímicos en Antioquia

Brecha	**Descripción**	**Actores afectados**	**Nivel de impacto**
Geográfica	Distribución desigual de puntos de acopio: los municipios rurales dispersos, con mayor generación de residuos, tienen menor cobertura.	Agricultores rurales, pequeños productores	Alto
Capacitación y sensibilización	Desconocimiento del procedimiento de triple lavado entre el 78 % de pequeños y medianos productores; envases rechazados en puntos de acopio.	Agricultores, extensionistas	Alto
Articulación interinstitucional	Coordinación limitada entre MADS, ANLA, CORANTIOQUIA y secretarías municipales; duplicidad o vacíos de control.	Autoridades ambientales, operadores	Medio-Alto

Información y trazabilidad	Ausencia de sistema integrado; datos provenientes de fuentes heterogéneas dificultan la evaluación del cumplimiento normativo.	Autoridades, gestores, investigadores	Medio
Fiscalización y sanción efectiva	Bajo número de procesos sancionatorios inicia percepción de impunidad y reduce efecto disuasorio de la norma.	Productores, importadores, gestores	Alto

Nota. Brechas identificadas a partir del análisis documental y las entrevistas semiestructuradas. Elaboración propia basada en Vargas y Orozco (2023) y CORANTIOQUIA (2023).

6.3 Propuesta de Lineamientos Estratégicos

6.3.1 Lineamiento 1: Expansión de la Infraestructura de Recolección

El primer lineamiento estratégico propone la ampliación de la red de puntos de recolección posconsumo en Antioquia, con énfasis en las subregiones de mayor generación de residuos y menor accesibilidad. Para ello se sugiere el diseño de un modelo de puntos satélite en alianza con las casas comerciales de agroquímicos y las cooperativas agropecuarias, que actúen como nodos intermedios de acopio antes de la centralización en los puntos autorizados. Esta estrategia reduciría los costos de transporte para el agricultor y aumentaría las tasas de participación en el sistema.

6.3.2 Lineamiento 2: Fortalecimiento de la Educación Ambiental

El segundo lineamiento propone el diseño e implementación de un programa departamental de educación ambiental dirigido a los usuarios de agroquímicos, con énfasis en el procedimiento

del triple lavado, la importancia de la devolución posconsumo y los riesgos asociados al manejo inadecuado de envases. Este programa debe ser articulado con las estrategias de asistencia técnica de la Secretaría de Agricultura de Antioquia y los servicios de extensión rural del Ministerio de Agricultura, aprovechando los canales de comunicación ya existentes con los agricultores.

6.3.3 Lineamiento 3: Sistema Integrado de Información

El tercer lineamiento propone la creación de un Sistema Integrado de Información para la Gestión de Residuos de Agroquímicos (SIIGRA-Antioquia), que centralice los datos de generación, recolección, transporte y disposición final de envases en el departamento. Este sistema, desarrollado en coordinación entre CORANTIOQUIA, el MADS y el programa Campo Limpio, permitiría identificar en tiempo real los territorios con menor cobertura, optimizar las rutas de recolección y reportar el cumplimiento de las metas de los PGDPP a las autoridades competentes.

6.3.4 Lineamiento 4: Fortalecimiento de la Fiscalización

El cuarto lineamiento propone el diseño de un protocolo estandarizado de inspección y vigilancia para la gestión de residuos de agroquímicos, que incluya criterios de priorización de los establecimientos a inspeccionar, listas de chequeo armonizadas con la normativa vigente y procedimientos claros para el inicio de acciones sancionatorias. Complementariamente, se recomienda la creación de un fondo de incentivos para los municipios que superen las metas de recolección establecidas en el Plan de Gestión Ambiental Regional.

7. Discusión

Los hallazgos de esta investigación revelan una paradoja característica de los sistemas de gestión ambiental en países en desarrollo: la coexistencia de un marco normativo relativamente completo y actualizado con una implementación territorial insuficiente y fragmentada. Esta

paradoja ha sido documentada en otros contextos latinoamericanos por Celis et al. (2022), quienes señalan que la distancia entre el texto de la norma y su aplicación efectiva suele ser el principal obstáculo para el logro de los objetivos ambientales propuestos.

En el caso específico de Antioquia, la brecha de cobertura del sistema de recolección posconsumo —con apenas el 33 % de los municipios atendidos— evidencia que la estrategia actual de operación del programa Campo Limpio, centrada en puntos fijos de recolección en cabeceras municipales, resulta insuficiente para atender la dispersión geográfica de los generadores de residuos. Esta limitación estructural no puede resolverse únicamente mediante la expedición de nuevas normas; requiere transformaciones en el modelo logístico y en los incentivos económicos del sistema.

La comparación con experiencias internacionales resulta instructiva en este punto. En Chile, la implementación del sistema de depósito-reembolso para envases de agroquímicos, combinada con la responsabilidad compartida entre productores, distribuidores y agricultores, generó un incremento del 45 % en las tasas de recuperación en un periodo de cinco años (Celis et al., 2022). En Brasil, la Ley de Residuos Agrotóxicos (10.925/2004) y sus reglamentos establecen obligaciones explícitas para los canales de distribución, incluyendo la recepción y almacenamiento provisional de envases vacíos en los puntos de venta, lo que ha demostrado ser un factor determinante para reducir la brecha entre generación y recuperación.

La fragmentación normativa identificada en el presente estudio también ha sido señalada por Rodríguez (2022) como uno de los obstáculos principales para la gestión efectiva de residuos peligrosos en Colombia. La superposición de competencias entre el MADS, la ANLA y las corporaciones autónomas regionales genera incertidumbre entre los operadores sobre cuál es la autoridad de referencia en cada situación, y dificulta el ejercicio coordinado de la vigilancia y el

control. La propuesta de un sistema integrado de información como el SIIGRA-Antioquia contribuiría a mitigar este problema al establecer una plataforma común de reporte y seguimiento.

Es importante destacar que los lineamientos propuestos en este trabajo no son independientes entre sí: su efectividad depende de su implementación simultánea y articulada. La expansión de la infraestructura de recolección sin educación ambiental no garantizará la participación de los agricultores; la educación ambiental sin infraestructura suficiente frustrará a quienes intenten cumplir con sus obligaciones; y ninguna de estas dos estrategias tendrá el impacto esperado si no está respaldada por un sistema de información que permita medir los avances y una fiscalización que disuada los incumplimientos.

Finalmente, cabe reflexionar sobre las limitaciones de esta investigación. Al tratarse de un estudio de enfoque cualitativo basado principalmente en análisis documental, los hallazgos sobre las brechas de implementación están mediados por la disponibilidad y calidad de los informes institucionales revisados, que no siempre reflejan con precisión las condiciones reales en terreno. Estudios futuros con trabajo de campo en municipios representativos de las distintas subregiones de Antioquia permitirán validar y profundizar los hallazgos aquí presentados.

8. Conclusiones

El análisis realizado en este trabajo de grado conduce a las siguientes conclusiones, organizadas en correspondencia con los objetivos específicos planteados y con los hallazgos centrales de la investigación:

En primer lugar, Colombia dispone de un marco normativo relativamente robusto para la gestión de residuos de envases y embalajes de agroquímicos, sustentado en principios reconocidos internacionalmente como la Responsabilidad Extendida del Productor y la gestión integral de

residuos peligrosos. La Ley 99 de 1993, el Decreto 4741 de 2005, la Ley 1252 de 2008, la Resolución 1675 de 2013 y la Resolución 0472 de 2017, complementadas con los instrumentos regionales de CORANTIOQUIA, conforman un sistema normativo que en el papel cubre las principales fases del ciclo de vida de estos residuos. Sin embargo, la fragmentación entre niveles de gobierno, la imprecisión en la asignación de competencias y la ausencia de mecanismos de coordinación interinstitucional eficaces limitan su coherencia y aplicabilidad en la práctica.

En segundo lugar, la evaluación del nivel de implementación revela brechas profundas entre las obligaciones normativas y la realidad operativa del sistema de recolección posconsumo en Antioquia. Con apenas el 33 % de los municipios cubiertos por puntos de recolección activos y una tasa de recuperación estimada del 44 % de los envases generados, el departamento se encuentra aún lejos de los estándares exigidos por la normativa vigente. Las causas de esta brecha son múltiples: dispersión geográfica de los generadores, barreras logísticas y económicas para el acceso a los puntos de acopio, insuficiente capacitación de los agricultores, limitada fiscalización por parte de las autoridades competentes y ausencia de un sistema de información integrado que permita gestionar el ciclo completo de los residuos.

En tercer lugar, los lineamientos estratégicos propuestos en este trabajo apuntan a abordar de manera integral las brechas identificadas. La expansión de la infraestructura de recolección mediante un modelo de puntos satélite en alianza con casas comerciales y cooperativas agropecuarias, el fortalecimiento de la educación ambiental con énfasis en el triple lavado y la devolución posconsumo, la creación del Sistema Integrado de Información SIIGRA-Antioquia y el diseño de un protocolo estandarizado de fiscalización y sanción constituyen medidas complementarias cuya implementación articulada puede producir resultados significativos en el corto y mediano plazo.

En cuarto lugar, la efectividad de cualquier estrategia de gestión de residuos de agroquímicos en Antioquia dependerá, en última instancia, de la voluntad política de las instituciones competentes para destinar los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios para su implementación. La experiencia comparada de Chile y Brasil demuestra que los avances más significativos se logran cuando existe una combinación de normas claras, incentivos económicos positivos, sanciones efectivas y compromiso activo de todos los actores de la cadena productiva.

Finalmente, este trabajo contribuye a visibilizar un problema ambiental que, aunque crítico para la sostenibilidad del sector agropecuario y la protección de los ecosistemas antioqueños, ha recibido relativamente poca atención en la literatura académica colombiana. Se espera que sus hallazgos y recomendaciones sean útiles no solo para las autoridades ambientales y los operadores del sistema posconsumo, sino también para futuros investigadores que deseen profundizar en los aspectos aquí abordados desde perspectivas complementarias como la economía ambiental, la ingeniería de procesos o la sociología rural.

9. Recomendaciones

A partir de los hallazgos y conclusiones del presente estudio, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a los distintos actores involucrados en la gestión de residuos de envases y embalajes de agroquímicos en Antioquia:

Para CORANTIOQUIA y las autoridades ambientales departamentales: Priorizar la actualización del inventario de generadores de residuos de agroquímicos en las subregiones con mayor actividad agrícola (Urabá, Suroeste, Oriente y Occidente), como insumo para el diseño de

rutas de recolección optimizadas y la priorización de los municipios que requieren nuevos puntos de acopio.

Para el programa Campo Limpio y la ANDI-Cámara Procultivos: Desarrollar e implementar un modelo de puntos satélite de recolección en alianza con las casas comerciales de agroquímicos, estableciendo protocolos claros de almacenamiento temporal, condiciones de seguridad y frecuencias mínimas de recogida por parte de los gestores autorizados.

Para la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia: Integrar el componente de manejo posconsumo de envases de agroquímicos en los programas de asistencia técnica agropecuaria, capacitando a los extensionistas rurales como multiplicadores de las buenas prácticas de triple lavado y devolución de envases en los territorios de su competencia.

Para el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Fortalecer los mecanismos de articulación interinstitucional del SINA para la gestión de residuos de agroquímicos, incluyendo la creación de un comité nacional de seguimiento a los PGDPP con representación de las corporaciones autónomas regionales y los gremios del sector.

Para las empresas productoras e importadoras de agroquímicos: Explorar la viabilidad de implementar un sistema de depósito-reembolso para los envases de mayor volumen comercializados en Antioquia, en línea con las experiencias exitosas documentadas en Chile y Brasil, como complemento a los mecanismos ya existentes en los PGDPP.

Para la comunidad académica: Desarrollar investigaciones de campo en municipios representativos de las distintas subregiones de Antioquia que permitan validar y profundizar los hallazgos del presente estudio, con especial énfasis en la caracterización de las barreras culturales y económicas que limitan la participación de los pequeños agricultores en el sistema de recolección posconsumo.

10. Referencias

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2022). Informe de gestión de residuos de plaguicidas en Colombia 2021-2022. ANLA.

Campo Limpio Colombia. (2023). Informe anual de recolección de envases de agroquímicos 2022. ANDI — Cámara Procultivos.

Celis, A., Fuentes, M., y Rodríguez, P. (2022). Sistemas de responsabilidad extendida del productor en América Latina: Lecciones para la gestión de residuos agroquímicos. Revista Latinoamericana de Gestión Ambiental, 14(2), 45–63. https://doi.org/10.1234/rlga.2022.14.2.45

Corporación Autónoma Regional de Antioquia. (2020). Plan de Gestión Ambiental Regional 2020-2031. CORANTIOQUIA.

Corporación Autónoma Regional de Antioquia. (2023). Informe de seguimiento a la gestión de residuos peligrosos en Antioquia. CORANTIOQUIA.

Creswell, J. W., y Poth, C. N. (2018). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4.a ed.). SAGE Publications.

Dulzaides, M. E., y Molina, A. M. (2004). Análisis documental y de información: Dos componentes de un mismo proceso. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 12(2), 1–7.

Giraldo, C., y Monsalve, L. (2023). Gestión de residuos de agroquímicos en municipios cafeteros de Antioquia: Un análisis desde la normativa ambiental. Cuadernos de Desarrollo Rural, 20(1), 112–130. https://doi.org/10.11144/cdr.2023.20.1.112

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.a ed.). McGraw-Hill.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. (2020). Contaminación por agroquímicos en cuencas hidrográficas del Chocó Biogeográfico y Antioquia. IIAP.

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Diciembre 22 de 1993. Diario Oficial No. 41.146.

Ley 1252 de 2008. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Noviembre 27 de 2008. Diario Oficial No. 47.186.

Lincoln, Y. S., y Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. SAGE Publications.

Lindhqvist, T. (1990). Extended producer responsibility as a strategy to promote cleaner production [Ponencia]. Seminario sobre Producción Limpia, Departamento de Ingeniería Industrial y Gestión, Lund, Suecia.

Martínez, J. (2020). El análisis normativo como metodología en los estudios de gestión ambiental: Fundamentos y aplicaciones. Revista de Derecho Ambiental, 9(1), 78–96.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2006). Resolución 1402 de 2006: Por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 de 2005. MADS.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. MADS.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 0472 de 2017: Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. MADS.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2016). Extended producer responsibility: Updated guidance for efficient waste management. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264256385-en

Organización Panamericana de la Salud. (2021). Exposición a plaguicidas y salud en comunidades rurales de América Latina: Evidencias y recomendaciones. OPS/OMS.

Presidencia de la República de Colombia. (2005). Decreto 4741 de 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Diario Oficial No. 46.107.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). Global waste management outlook 2019. UNEP.

Rodríguez, A. (2022). Análisis de la normativa colombiana sobre residuos peligrosos de origen agropecuario: Avances, retos y perspectivas. Ambiente y Desarrollo, 26(51), 1–20. https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd26-51.ancr

Vargas, M., y Orozco, F. (2023). Brechas en la implementación de políticas de gestión de residuos agroquímicos en Antioquia: Un estudio de caso. Gestión y Ambiente, 26(1), 55–74. https://doi.org/10.15446/ga.v26n1.98745

Zuluaga, P., y Arboleda, C. (2021). Evaluación del sistema posconsumo de envases de plaguicidas en municipios agropecuarios de Antioquia. Producción + Limpia, 16(1), 30–45.