

Generación de residuos plásticos

en el sector agrícola
de Costa Rica



MINISTERIO DE
AMBIENTE Y ENERGÍA

GOBIERNO
DE COSTA RICA



MINISTERIO
DE SALUD

GOBIERNO
DE COSTA RICA



Sandra Sosa Cárcamo

Representante Residente, Programa de Naciones Unidas para Desarrollo (PNUD)

Kifah Sasa Marín

Representante Residente Adjunto, Programa de Naciones Unidas para Desarrollo (PNUD)

Elena Vargas Fonseca

Oficialía de Programa Naturaleza, Clima y Energía

Dixania Azofeifa Duarte

Coordinadora de Proyecto

Elaborado por

María Fernanda Jiménez Morales

Comité Editorial de PNUD

Charleene Cortez Sosa, Especialista en Gestión de Conocimiento

Glomara Iglesias Álvarez, Especialista en Comunicación

José Daniel Estrada Sánchez, Especialista en Monitoreo y Evaluación

Rafaella Sánchez Mora, Especialista en Género

Diseño y diagramación

Isaí López Morales

Primera edición: (Febrero, 2025)

Para indicar la fuente se solicita realizarlo de la siguiente manera:

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2025) Generación de Residuos Plásticos en el Sector Agrícola de Costa Rica. Costa Rica.

Está autorizada la reproducción total o parcial de esta publicación con propósitos educativos y sin fines de lucro, siempre que se utilice la referencia respectiva. Para el uso no se requiere ningún permiso especial del titular de los derechos. Este material se encuentra disponible en <https://pnud-conocimiento.cr>; <https://consumo180.org/>

628.445

J27M72

Jiménez Morales, María Fernanda 1983- autor(a)

Generación de residuos plásticos en el sector agrícola de Costa Rica .

María Fernanda Jiménez Morales , – Primera edición – San José ,
Costa Rica : Programa de las Naciones Unidas , 2025.

Recurso en línea (V , 49 páginas) : pdf ; 1, 28 Mb, imágenes .

ISBN : 978-9968-794-94-7

1. Políticas medioambientales. 2. Contaminación por plásticos. 3. Gestión de Residuos . 4. Agricultura sostenible. 5. Microplásticos . 6. Política Ambiental . II. Título.

Thema:

- **RNKC**
- **TQSR**
- **RNF**
- **JPP**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. METODOLOGÍA	6
3. RESULTADOS	13
3.1. Revisión documental	13
3.2. Consulta a expertos	17
3.3. Cuantificación de Residuos	23
3.4. Consulta a generadores de Residuos plásticos en el sector agrícola	28
3.5 .Caracterización de materiales	35
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de las zonas productivas de los entrevistados	28
Figura 2 Opinión de los productores sobre el origen de los plásticos	30
Figura 3 Métodos para la gestión de los residuos plásticos utilizado por los entrevistados	30
Figura 4 Método de recolección de residuos utilizado por los entrevistados	31
Figura 5 Cantidad de residuos plásticos promedio aproximados, generados en las actividades agrícolas generados por provincia	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Detalle de los insumos del cultivo de Abacá	8
Tabla 2 Detalle de los plásticos utilizados en el cultivo de Abacá	8
Tabla 3 Cantidad aproximada de residuos plásticos en cada actividad productiva por toneladas por año	24
Tabla 4 Cantidad aproximada de residuos plásticos totales en toneladas por año, en las categorías seleccionadas de ambientes protegidos	27
Tabla 5 Cantidad total en toneladas por año, de residuos plásticos generados en el sector agrícola	27



La contaminación por residuos plásticos y microplásticos se ha convertido en uno de los desafíos ambientales más urgentes de nuestro tiempo, con repercusiones significativas en la salud de los ecosistemas y la sociedad en su conjunto. En este contexto, el Proyecto de Gestión Integral de Residuos Plásticos en el Sector Agrícola se presenta como una iniciativa innovadora y estratégica para abordar esta problemática en el contexto específico de la agricultura.

El proyecto surge como respuesta a la necesidad imperante de enfrentar la creciente generación de residuos plásticos en el sector agrícola, así como sus efectos adversos en la salud ambiental y la sostenibilidad de la actividad agrícola. Inspirado en el enfoque integral del Proyecto Consumo 180, que busca reducir la huella plástica del país y combatir la contaminación por plásticos, este proyecto se centra en el análisis, la prevención y la gestión sostenible de los residuos plásticos en la agricultura. Una de las principales causas subyacentes identificadas es la falta de información y conocimientos sobre la producción, el consumo y la gestión de residuos plásticos en el ámbito agrícola.

Esta carencia de datos sistematizados incide directamente en la mala gestión de los residuos plásticos, los procesos ineficientes y el alto consumo de materiales de embalaje de un solo uso, entre otras problemáticas. En este sentido, el proyecto tiene como objetivo principal levantar información relevante para la toma de decisiones y la creación de políticas públicas orientadas a enfrentar el flagelo de la contaminación por residuos plásticos en el sector agrícola. Se busca obtener datos precisos sobre la cantidad y tipos de plásticos utilizados en las actividades agrícolas, así como fortalecer los marcos regulatorios y políticas que incentiven la reducción y gestión sostenible de estos materiales.

Dixania Azofeifa, coordinadora de Consumo 180°

2.1 Generalidades

La metodología descrita parece ser una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, con un enfoque principalmente mixto, aprovechando los puntos fuertes de ambos enfoques para proporcionar una comprensión más completa y robusta del uso de plásticos en la agricultura en Costa Rica.

La metodología integró tanto enfoques cualitativos como cuantitativos en diversas etapas, como la revisión bibliográfica, la consulta de expertos, la selección de actores clave, la consulta a generadores de residuos plásticos y el análisis de datos. La triangulación de datos, comparando y contrastando resultados cualitativos y cuantitativos, también refleja un enfoque mixto.

- **Se utilizaron tanto métodos cualitativos como cuantitativos:**

Se utilizaron para obtener percepciones profundas y contextualizadas sobre el uso de plásticos en el sector agrícola en Costa Rica a través de la consulta de expertos y la entrevista a actores clave. También se emplearon en el análisis temático de datos cualitativos, como percepciones y opiniones, para identificar patrones y temas emergentes.

- **Cuantitativo:**

Se emplea en la cuantificación de residuos, utilizando datos de producción agrícola para estimar la cantidad de plástico utilizado. Se realiza un análisis numérico para resumir y comparar estos datos, además de proyectarlos con datos oficiales para zonas agrícolas.

2.2 Sistematización de actividades

Revisión bibliográfica:

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con el uso de plásticos en la agricultura, centrándose en estudios existentes tanto a nivel regional como global, seleccionando por criterio de experto, los documentos más pertinentes para este tema. Se destacaron investigaciones que abordaron contextos similares, identificando desafíos y conclusiones relevantes. Además, se realizó una revisión de la legislación nacional relacionada con la gestión de residuos plásticos, resumiendo los hallazgos y extrayendo conclusiones pertinentes para el estudio.

Consulta de expertos:

Se llevó a cabo una consulta cualitativa mediante una herramienta de recolección de datos de expertos, con el fin de obtener percepciones detalladas sobre el uso de plásticos en el sector agrícola de Costa Rica. Esta consulta orientó la investigación de campo hacia los principales generadores de residuos plásticos en dicho sector y facilitó la definición de temas específicos a abordar de manera cuantitativa.

3. Cuantificación de residuos:

El propósito fue estimar un dato cercano a la realidad de cada uno de los productos incluidos en el estudio, cabe mencionar que estos productos pertenecen a la canasta básica costarricense.

Para lograr llegar a este dato se generó una herramienta haciendo uso de Excel, con el fin de recopilar de la información, seguidamente se muestra el cultivo, su nombre científico y familia, esto para tener claridad y certeza sobre a cuál producto corresponde el análisis, esto con el fin de modelar las unidades productivas.

Se trabajó con los productos que registran sus costos de producción, y en especial el detalle de los insumos utilizados.

La herramienta mencionada proporciona una visión clara de la cantidad de plástico utilizada en función de diferentes variables, como el tipo de envase o empaques utilizados en la producción, como bolsas, botellas, sacos, y demás, junto con su material (aluminio, plástico, vidrio, cartón), la cantidad aplicada y la frecuencia de estas aplicaciones por cosecha.

Para el caso de los productos que no detallaron de manera de forma significativa sus insumos productivos y que no tengan información disponible de estos datos en las estadísticas oficiales, se realizaron diferentes ejercicios de cálculo. Y se trabajó con diferentes supuestos.



- En banano se utilizó el dato referente productividad promedio por hectárea, acompañado del peso promedio de racimo, para realizar el cálculo de los diferentes residuos, referentes bolsas de cobertura, cintas, mecate y bolsas de vivero.

- Para los productos tomate, sandía, fresa, melón, que se identificó como los principales productos que utilizan coberturas de plástico de suelo, se realiza un cálculo gramaje utilizando el espesor del polietileno de baja densidad, el ancho promedio de las camas y surcos (distancia de siembra y ancho de camas) que se utilizaría en m² de producción, que luego fueron proyectados por hectárea y multiplicados por el total de hectáreas de producción registradas en la estadística nacional.

Para el caso de los productos que utilizan almácigos contenidos tanto en bandejas como en bolsas de vivero, así como consumidores de fertirriego, se realizaron los siguientes ejercicios:

Bolsas de vivero: se utilizó la información de densidad de siembra por hectárea promedio para los productos seleccionados, esta cantidad se tomó como la cantidad de bolsas necesarias para la cantidad de plantas por hectárea, esto se multiplicó por el peso promedio de la bolsa según sus dimensiones, y este total se multiplicó por la cantidad de ciclos productivos por hectárea, lo que se a su vez se multiplica por el total hectáreas de producción registradas en la estadística nacional, para los productos identificados.

Para el cálculo de los residuos de bandejas de almácigos, se utilizó la información de densidad de siembra por hectárea promedio para los productos seleccionados, esta densidad se dividió entre la cantidad de plantas promedio por bandeja, para obtener el total de bandejas promedio que se necesitan por hectárea, eso se multiplicó por el peso promedio de la bandeja. Este último dato se multiplicó por la cantidad de ciclos productivos, por el total hectáreas de producción registradas en la estadística nacional, para los productos identificados.

Para la cinta de riego, se partió del supuesto de que se utilizó un rollo de 3050 metros, con un peso de 33kg y una vida útil de 3 años, esto como medidas promedio, se convirtió la cantidad de hectáreas a metros lineales, se calculó cuantos rollos de cinta con estas características era necesarios; la cantidad de rollos se multiplicaron por 33 kg, esto se dividió entre los años de vida útil y este resultado se multiplicó por el total de hectáreas de producción registradas en la estadística nacional, para los productos identificados. Por último, para fines del estudio se definen las siguientes consideraciones sobre el área productiva:

Descripción del área productiva

Para realizar el ejercicio de la estimación de plásticos de uso agrícola, se definió una extensión de una hectárea para el área productiva, para cada uno de los diferentes productos evaluados, esto realiza para obtener datos más reales al proyectar la cantidad de plástico de uso agrícola identificado en cada cultivo por la cantidad de hectáreas reportadas en el país que se dedican a esa producción.

Una vez definida el área productiva, se realiza una búsqueda de tipos de plástico de uso agrícola, para establecer un peso promedio para cada envase, empaque e insumo que se utiliza; en el caso de las botellas, es decir, para productos líquidos, se toma como base la botella de un litro de material PET (tereftalato de polietileno).

Para productos como fertilizantes, algunas de las fórmulas vienen empacadas en una bolsa de PEBD (polietileno de



baja densidad) y también en un saco que tiene una proporción de PP (polipropileno), por lo que para esos casos se suma el peso de ambos productos. En el caso de productos en polvo que se empaacan en bolsas de presentaciones hasta los 10 kg, el material es de igual modo PP (polipropileno).

Con el propósito de facilitar la comprensión, se muestran, como ejemplo, los cálculos para el cultivo de Abacá, se reporta un área total de producción de 1.074 ha a nivel nacional. Los productos utilizados en una hectárea productiva son los siguientes:

Tabla 1 Detalle de los insumos del cultivo de Abacá, 2024.

Producto	Cantidad	Unidades para referencia
Desinfectante de semilla	1	Botella (1 L)
Enmienda	10	Saco (45 kg)
Herbicida	1	Botella (1 L)
Insecticida	2	Bolsa (1 kg)
Fertilizante	15	Saco (45 kg)

Fuente: Elaboración propia, 2024.

El peso promedio de cada uno de los materiales de plástico es el siguiente:

Tabla 2 Detalle de los plásticos utilizados en el Cultivo de Abacá. 2024.

Empaque / Material	Peso (g)
Botella PET (1 L)	55,25
Bolsa PP (1 kg)	20
Bolsa para fertilizante (45 kg)	86
Saco para fertilizante PP (45 kg)	50

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Conociendo estos datos, se explica el proceso del cálculo para obtener el total de plástico de uso agrícola generado:

Desinfectante de semilla:

Gramos de plástico = cantidad de botellas x 55,25 g

Gramos de plástico = 1 x 55,25 g

Gramos de plástico = 55,25 g

Kilogramos de plástico = 0,055 kg

Enmienda:

Gramos de plástico = cantidad de sacos x 86 g + cantidad de sacos x 50 g

Gramos de plástico = 10 x 86 g + 10 x 50 g

Gramos de plástico = 860 g + 500 g

Gramos de plástico = 1360 g

Kilogramos de plástico = 1,36 kg

Herbicida:

Gramos de plástico = cantidad de botellas x 55,25 g

Gramos de plástico = 1 x 55,25 g

Gramos de plástico = 55,25 g

Kilogramos de plástico = 0,055 kg

Insecticida:

Gramos de plástico = cantidad de bolsas x 20 g

Gramos de plástico = 2 x 20 g

Gramos de plástico = 40 g

Kilogramos de plástico = 0,040 kg

Fertilizante:

Gramos de plástico = cantidad de sacos x 86 g + cantidad de sacos x 50 g

Gramos de plástico = 10 x 86 g + 15 x 50 g

Gramos de plástico = 1290 g + 750 g

Gramos de plástico = 2040 g

Kilogramos de plástico = 2,40 kg

Una vez obtenido el total de kilogramos de plástico por hectárea (kg/ha), se realiza la proyección a nivel país, esto se obtiene como resultado del producto de la cantidad de hectáreas reportadas, que para este caso son 1.074 ha por el valor de plástico en una hectárea.

$$\text{Cantidad total de residuos plásticos} = 1074 \times 3,55$$

$$\text{Cantidad total de residuos plásticos} = 3812,7 \text{ kg/ ha totales}$$

Por último, se consideró el costo de los insumos, para cada cosecha de producto por ha, en el caso del abacá, este costo corresponde a ₡519.287,65 entonces se realiza una estimación del costo del plástico por kg por colón por ha:

$$\text{Costo kg plástico/₡/ha} = 519287,65/3,55$$

$$\text{Costo kg plástico/₡/ha} = ₡146.257,61$$

Este último valor lo que proporciona es una estimación de los costos asociados al plástico en la actividad agrícola por hectárea durante una cosecha.

Para otros productos, como la leche y las flores, se utilizó el dato el dato registrado en estudios realizados tanto por la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica (Jimenez M, Brenes P, & Campos R, 2023), en le caso de flores, como un estudio realizado por el CATIE para el caso de leche. (Martinez Ordeñez, 2020).

Para la aproximación del cálculo promedio de residuos plásticos generados en la agricultura, se utilizó la información del producto 5 (FONTAGRO, 2022) del proyecto Innovaciones para la horticultura en ambientes protegidos en zonas cálidas: opción de intensificación sostenible de la horticultura familiar en el contexto del cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC); Donde se indica que en último censo aplicado por el Programa Nacional de Ambientes Protegidos (ProNAP) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), indica que en Costa Rica en el 2014 había un total de 5.906,7 hectáreas de producción en ambientes protegidos. Para el mismo año en "Techito" (techo plástico) habían 1.714, coberturas de Sarán 1369, Casa Sombra 590, Sierra o multicapilla 396 y otros métodos no detallados 329.

Por lo que con el total de fincas se calculó el porcentaje al que respondía cada categoría. Este porcentaje se multiplicó por la cantidad de hectáreas registradas para obtener hectáreas promedio, luego se calculó en promedio cuanto material, en metros cuadrados se necesitaban para un hectárea, se multiplica ese valor por con el gramaje del material, que se pasa de g/m², a kg/m², y luego se multiplica por la cantidad de hectáreas promedio para los tipos de ambiente protegidos reportados. Luego se hace una sumatoria del total de cada categoría para obtener los residuos totales. Para obtener el total de kg generados por hectárea, esto se divide por los años de vida útil de la estructura, y se multiplica por el total de hectáreas promedio de tipos de ambientes protegidos de las categorías reportadas.

Consulta a Generadores de Residuos Plásticos en el Sector Agrícola

Se realizó una consulta tanto cualitativa como cuantitativa utilizando una herramienta de recolección de datos de campo a los actores clave del sector agrícola. Estos actores representan diferentes tipos de cultivos y tamaños de explotaciones, proporcionando información valiosa tanto cualitativa como cuantitativa. Esta consulta permitió obtener percepciones profundas y aproximaciones certeras sobre la situación actual de los plásticos utilizados en Costa Rica en el ámbito agrícola.

Hallazgos del proceso

Se realizó un análisis de los datos recopilados, utilizando estadísticas básicas para resumir y comparar los datos de plásticos generados en el sector agrícola. Además, se realizó la proyección de los datos obtenidos con los datos oficiales de superficies de producción nacional.

Para el análisis cualitativo, se llevó a cabo un análisis temático identificando patrones de respuestas y opiniones recurrentes.



3

3.1. Revisión de documental.

Se realizó consulta bibliográfica exhaustiva de una amplia gama de fuentes relevantes para comprender el impacto del plástico en la agricultura y las estrategias para su uso sostenible. Los documentos consultados abarcan desde estudios científicos y reportes oficiales hasta iniciativas globales y regionales se hizo una selección de literatura que pudiera establecer un punto de partida al estado actual, a nivel global y regional de la problemática de los residuos plásticos generados en la agricultura.

La revisión de documentos nacionales, correspondían a regulaciones costarricenses que mencionan materia normativa que involucra los residuos plásticos, cabe resaltar que dentro de la regulación existente no se menciona específicamente para los plásticos que se generan en las actividades agrícolas.

Luego de la revisión documental, con el fin de identificar la dinámica en torno a la problemática de la generación de plásticos en la agricultura, se obtiene información vinculante y concluyente, tanto a nivel global, como regional y nacional, en esta última clasificación nos enfocamos en una revisión de las regulaciones y reglamentaciones existentes.

El estado actual en torno a los residuos plásticos a nivel global y regional muestra una creciente conciencia sobre la magnitud del problema y la urgencia de encontrar soluciones sostenibles. Se han identificado desafíos en la gestión de residuos plásticos a nivel mundial, incluido la falta de infraestructuras para recoger y reciclar envases, la necesidad de normativas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y la necesidad de adoptar un enfoque de economía circular. Además, reducir la producción de plásticos vírgenes para cumplir con objetivos climáticos globales.

Asimismo, se está produciendo un aumento sin precedentes tanto a nivel mundial como regional en la lucha contra la crisis de los residuos plásticos, enfocándose en la adopción de modelos de reutilización, la aplicación de leyes que fomentan la responsabilidad extendida del productor y la colaboración entre diversos actores para lograr una economía circular y sostenible.

Además, se destaca que los residuos plásticos se encuentran ampliamente presentes en los ecosistemas de regionales, lo que enfatiza la necesidad de una gestión adecuada de residuos y la implementación de políticas para prevenir la contaminación plástica en nuestros países latinoamericanos. Por otra parte, se han identificado planos a nivel regional para abordar la gestión de residuos plásticos, como la implementación de estrategias integrales que incluyen la reducción en la fuente, el reciclaje y la sensibilización pública.

En el nivel nacional, la legislación respecto a los residuos plásticos se centra en la gestión integral de estos materiales de forma general, sin una clasificación desde el origen de la fuente.

Se promueve la responsabilidad compartida, la prevención en la fuente, la restricción de productos plásticos de un solo uso, la implementación de sistemas de depósito y retorno, y la promoción de alternativas sostenibles. Esto, incentiva el diseño de envases y embalajes que reduzcan la generación de residuos. Estas medidas buscan mitigar el impacto ambiental de los residuos plásticos, fomentar la economía circular y proteger el entorno nacional.

Estas problemáticas, previamente expuestas, enfrentan diferentes desafíos a diferentes desafíos para reducir los residuos plásticos generados en las actividades agrícolas. Tanto a nivel global, como regional se incluyen retos sobre como fomentar la reutilización, mejorar las infraestructuras de recolección y reciclaje, establecer sistemas de responsabilidad extendida del productor, implementar legislación efectiva y fomentar la cooperación entre diversos actores.



Es imperativo trabajar en conjunto para promover alternativas al plástico en la agricultura, integrando soluciones innovadoras que favorezcan un modelo de economía circular, donde los recursos se reutilicen y el impacto ambiental se reduzca, garantizando un futuro más sostenible”

Ampliando en este tema, los principales desafíos para reducir los residuos plásticos generados en la agricultura a nivel mundial y regional incluyen:

- **Ampliación de la reutilización:** fomentar la transición de modelos de un solo uso a modelos de reutilización es un desafío fundamental. Esto requiere cambios en los hábitos de consumo y en la industria para promover la reutilización y la durabilidad de los productos plásticos.
- **Infraestructuras de recolección y reciclaje:** La falta de infraestructura adecuada para recoger, reciclar y circular los envases plásticos es un obstáculo importante en la gestión de residuos plásticos a nivel global y regional, lo que dificulta la implementación de estrategias de reciclaje.
- **Responsabilidad Extendida del Productor (REP):** Para asegurar de que los productores asuman la responsabilidad de la gestión de los residuos generados por sus productos, promoviendo la economía circular y reduciendo los residuos plásticos, es necesario establecer sistemas de REP eficaces y bien diseñados.
- **Legislación y políticas funcionales:** Es esencial contar con regulaciones sólidas de Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP) a nivel nacional y regional para disminuir la cantidad de residuos mal gestionados y fomentar soluciones de economía circular, especialmente en sectores clave como el de los envases.
- **Cooperación y coordinación:** A nivel global, se requiere una mayor cooperación entre gobiernos, industrias, organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil para abordar de manera efectiva el problema de los residuos plásticos y avanzar hacia una economía circular y sostenible, lo que implica fortalecer la gobernanza mundial y la coordinación en la gestión de residuos plásticos.

Por otro lado, centrándonos propiamente en nuestro país, los principales retos percibidos con respecto a los residuos plásticos generados en las actividades agrícolas, en Costa Rica incluyen se podrían clasificar en los siguientes puntos:

- **Implementación efectiva:** Garantizar que las leyes se apliquen de manera efectiva en todos los niveles, desde la producción hasta la gestión de residuos, para lograr un impacto real en la reducción de residuos plásticos.
- **Educación y concienciación:** Promover la educación y concienciación pública sobre la importancia de la gestión adecuada de los residuos plásticos generados en la agricultura, así como sobre las alternativas sostenibles disponibles.
- **Infraestructura y recursos:** Mejorar la infraestructura de gestión de residuos, incluyendo instalaciones de reciclaje y compostaje, y asignar los recursos necesarios para su funcionamiento eficiente.

- Coordinación entre actores: Fomentar la coordinación entre los diferentes actores involucrados en la cadena de producción y gestión de residuos plásticos para garantizar una gestión integral y sostenible.
- Innovación y tecnología: Promover la investigación, la innovación y el desarrollo de tecnologías para el tratamiento y reciclaje de residuos plásticos, así como para la creación de productos más sostenibles.
- Abordar estos retos requerirá un enfoque integral, colaborativo y continuo para lograr una gestión efectiva de los residuos plásticos y avanzar hacia una economía más circular y sostenible.

Lo anterior nos permite identificar que tanto a nivel nacional, regional como global los retos de la gestión de residuos plásticos generados en la agricultura, requiere un enfoque multidimensional y multinivel a nivel global, regional y nacional, que se basen en la colaboración, la innovación, la inversión y la participación activa de todos los sectores involucrados de la sociedad.



3.2. Consulta a expertos.

Se realizaron entrevistas a personas expertas para obtener su valoración sobre el tema, utilizando una herramienta específicamente diseñada para validar los métodos de recolección de datos aplicados a los generadores de residuos en el sector agrícola. Estas entrevistas también sirvieron para confirmar la adecuación de las herramientas y la metodología a seguir en este proyecto. A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos mediante la aplicación de dicha herramienta.

Experiencia en el sector agrícola en Costa Rica

Los entrevistados cuentan con una variedad de experiencias y conocimientos en el campo de la gestión ambiental, la agronomía y la sostenibilidad, por lo que es un grupo diverso de expertos que ofrecen diferentes perspectivas y habilidades para abordar los desafíos relacionados con el uso de plásticos en la agricultura.

Dentro del perfil de las personas seleccionadas, se cuenta con personas del sector público, como gobierno central e instituciones descentralizadas. También se contó con participantes del sector privado, como profesionales comercializadores de plásticos, recolectores que valorizan residuos tanto residuos generales como provenientes de un sector en específico.

Experiencia relacionada con proyectos y el uso del con el uso de plásticos en la agricultura

Los expertos cuentan con experiencia en la creación de estrategias nacionales para abordar el uso de plásticos en la agricultura, así como la investigación y asesoramiento en la cuantificación y gestión de residuos plásticos. También han participado en proyectos relacionados con el uso de diferentes fuentes de energía, y una participación activa en el desarrollo, fabricación y comercialización de productos plásticos para sectores agrícolas específicos.

Perspectivas sobre el Uso de Plásticos:

Percepción sobre el uso de plásticos en la agricultura en Costa Rica

Se destaca la necesidad de grandes cantidades de plástico en las actividades e industrias relacionadas al sector agrícola, esto debido a la dependencia de este material en diversos procesos, pues es el principal material de envase, empaque y de otros insumos utilizados. Por otra parte, se enfatiza la importancia del control y regulación del movimiento transfronterizo de plásticos para evitar prácticas fraudulentas y mejorar los procesos de importación y control de residuos y también se destaca la necesidad de prestar mayor atención al manejo de residuos plásticos a nivel nacional, subrayando la importancia de mejorar las prácticas de disposición de plásticos, particularmente en las zonas más alejadas de los centros urbanos y de desarrollo. Se recomienda implementar estrategias y políticas que fomenten una gestión adecuada de estos residuos en todo el territorio.

Se conoce bien la utilidad de los plásticos en la agricultura, especialmente en el almacenamiento de agroquímicos y la plasticultura en invernaderos, por su papel en la protección de cultivos. Sin embargo, la falta de importancia dada al manejo de residuos plásticos a nivel nacional ha hecho que se lleven a cabo prácticas inadecuadas como el entierro o la quema de plástico en el campo, o aún peor, disposiciones inadecuadas. Finalmente, se resalta que se percibe un cambio significativo en la regulación del uso de plásticos en la agricultura, especialmente en lo que respecta al polietileno y aunque el país hace esfuerzos por la recuperación y valorización de los residuos plásticos, aún hay un largo camino por recorrer, especialmente en áreas más alejadas de los centros de población y desarrollo.

Principales desafíos ambientales asociados con el uso de plásticos en este contexto

- **Gestión de residuos:** Uno de los principales desafíos es desarrollar sistemas de recolección eficientes para los residuos plásticos, ya que las empresas dedicadas al procesamiento y valorización a menudo y el material de residuos plásticos agrícolas es de manejo especial, ya que usualmente contiene químicos y otros compuestos. Ligado a este tema de gestión de residuos se identifica la diversidad de materiales utilizados en la fabricación de envases, lo que dificulta el proceso de reciclaje debido a las diferencias en las temperaturas necesarias para procesarlos.

- **Costo de producción:** Se menciona que en Costa Rica, la producción de plásticos más sostenibles, como las bolsas biodegradables, es más cara que la producción convencional. Esto destaca el desafío de hacer que las alternativas más ecológicas sean económicamente viables y accesibles para los agricultores y las empresas agrícolas.

- **Cumplimiento normativo:** Es fundamental cumplir con las normativas y legislaciones pertinentes, como la Estrategia Nacional de Plástico de un solo uso, que busca reducir la presencia de plásticos en el medio ambiente y fomentar el uso de alternativas biodegradables. Sin embargo, esto requiere un esfuerzo coordinado para fiscalizar y hacer cumplir estas regulaciones.

- **Sensibilización y educación:** Existe la necesidad de fomentar la sensibilización sobre el uso responsable de plásticos en todos los sectores, así como educar a los agricultores y empresas agrícolas sobre las alternativas disponibles y los impactos ambientales asociados con el uso de plásticos.

- **Economía circular:** Se destaca la importancia de implementar una economía circular en la producción agrícola, lo que implica generar procesos de valorización y reciclaje que incentiven el tratamiento adecuado de los residuos plásticos. Esto incluye no solo la disposición adecuada de los plásticos, sino también la exploración de alternativas para reutilizar y reciclar estos materiales en su etapa final de vida útil.

Principales generadores de residuos identificados

- **Industria agrícola:** Se destaca que la industria agrícola es uno de los principales generadores de residuos plásticos, especialmente en actividades como la producción de hortalizas, banano, plátano, piña y cultivos como melón y sandía. Los plásticos se utilizan en una variedad de formas, incluyendo envases, contenedores, fundas, piolas y cobertores.
- **Empresas industriales:** Además de la industria agrícola, se menciona que las empresas industriales en general también son generadoras significativas de residuos plásticos. Esto podría incluir empresas relacionadas con la fabricación de productos agrícolas, envases y embalajes, entre otros.

2. PRÁCTICAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Métodos de gestión de residuos plásticos utilizados (reciclaje, vertedero, reutilización):

- **Reprocesamiento y valorización:** Se menciona la transformación de residuos plásticos en nuevos productos o materias primas.
- **Reciclaje y reutilización:** Se destaca la recolección y procesamiento de residuos plásticos para convertirlos en nuevos productos o materias primas, especialmente beneficiosos en el sector agropecuario.
- **Revalorización y fabricación de productos biodegradables:** Se menciona la transformación de residuos plásticos en productos con una vida útil más corta en productos biodegradables y compostables, aunque a veces no son rentables para la agricultura debido a los costos asociados.



Los expertos coinciden en que la problemática del plástico en el sector agrícola no puede abordarse de manera aislada, ya que es un desafío transversal que afecta a diversos actores. Destacan que se requiere un esfuerzo conjunto entre agricultores, empresas, gobiernos y organizaciones para desarrollar soluciones integrales que minimicen el impacto ambiental y promuevan prácticas más sostenibles en toda la cadena de valor agrícola.

3. ALTERNATIVAS SOSTENIBLES

Prácticas agrícolas sostenibles que podrían reemplazar o reducir el uso de plásticos

- Utilización de bolsas a partir de materias primas alternativas como maíz y yuca, aunque esta iniciativa aún está en sus primeras etapas.
- Investigación y desarrollo de envases resistentes a agroquímicos u otros productos específicos utilizados en la agricultura, lo que implicaría encontrar sustancias que puedan reemplazar el plástico en esta función.
- Referencia a los avances en Europa en la reducción del uso de plásticos y la necesidad de encontrar opciones rentables que puedan superar la funcionalidad y rentabilidad del plástico en la agricultura.
- Fabricación de tarimas y piezas para embalaje de exportación.
- Fabricación de reglas plásticas llamadas “madera plástica reciclada”.

Opinión sobre la viabilidad de estas alternativas en el contexto costarricense

Las perspectivas sobre la viabilidad de alternativas al plástico en Costa Rica, especialmente en el sector agrícola, reflejan desafíos significativos. Se considera que encontrar sustitutos adecuados para los envases plásticos es difícil debido a sus características, como la toxicidad y el efecto corrosivo, además de los costos asociados. Por otro lado, se destaca la necesidad de un mayor compromiso por parte de las personas productoras y comerciantes para mejorar la gestión de residuos plásticos. Sin embargo, es común encontrar una respuesta negativa por parte de los proveedores de insumos agrícolas cuando se les solicita recuperar o recibir plástico residual, lo que indica un obstáculo importante en el camino hacia alternativas más sostenibles.

Experiencia con tecnologías innovadoras para reducir el impacto ambiental de la agricultura

Algunos profesionales del sector agrícola han explorado tecnologías innovadoras con el objetivo de reducir el impacto ambiental de la agricultura. Se han realizado investigaciones sobre la mezcla de productos vegetales con plástico para crear artículos utilizados en el sector agropecuario. Además, se han llevado a cabo investigaciones sobre la utilización de fibra de piña, un subproducto que genera contaminación ambiental, combinada con plástico para desarrollar productos con características específicas para el sector agrícola. Sin embargo, la información sobre tecnologías innovadoras, como la incorporación del almidón de yuca en empaques, es limitada, lo que indica un área en la que se necesita más investigación y conocimiento.

4. DESAFÍOS Y SOLUCIONES

Desafíos actuales:

Consideraciones sobre los desafíos más urgentes relacionados con el uso de plásticos en la agricultura en Costa Rica

- Generar mecanismos de fiscalización y control eficientes sobre la producción, consumo y disposición de los residuos plásticos.
- Mejorar la recolección de residuos plásticos.
- Implementar eventos de reciclaje para generar productos con características específicas para su uso en la agricultura.
- Repensar los materiales y la fabricación del plástico en función de su utilidad, lo cual implica cambios en la industria.
- Cambiar el nivel de pensamiento en las personas y establecer regulaciones y capacitación para evitar la contaminación de los recursos naturales.
- Importación de materiales libres de polietileno como una medida para reducir la presencia de este material en la agricultura.

Soluciones propuestas

Soluciones o estrategias sugeridas para abordar los desafíos

- Implementar equipos de trabajo para actividades de fiscalización y control, promoviendo un enfoque interdisciplinario e interinstitucional.
- Encadenar programas de gestión que incluyan capacitación e incentivos para productores y comerciantes, estimulando prácticas de reducción del uso de plásticos.
- Brindar capacitación y apoyo a los usuarios del plástico para facilitar la canalización de residuos, fortaleciendo el enfoque de cadena con incentivos económicos.
- Construcciones materiales, a partir de los residuos plásticos, utilizando técnicas de extrusión y construcción, lo que abriría nuevas oportunidades para la innovación y el desarrollo en la industria.

5. OPORTUNIDADES DE COLABORACIÓN

Oportunidades para la colaboración entre diversos actores (gobierno, sector privado, agricultores)

Las oportunidades de colaboración entre diversos actores para abordar el problema del uso de plásticos en la agricultura son abundantes. Por un lado, organismos internacionales como el MINAE, el Ministerio de Salud, el MAG, entre otros, pueden desempeñar un papel crucial en la elaboración e implementación de políticas y regulaciones que promuevan prácticas más sostenibles en el uso de plásticos en la agricultura.

Por otro lado, los propios agricultores son una parte fundamental de esta colaboración, ya que comprenden la necesidad del uso de plásticos en sus actividades, pero también son conscientes del impacto ambiental que generan. Además, las empresas importadoras de agroquímicos están demostrando un compromiso significativo en la búsqueda de soluciones para reducir el uso de plásticos y mitigar su impacto ambiental.

Síntesis de la consulta a expertos

A manera de síntesis de esta consulta se puede observar cómo se destacan varios puntos clave que se detallan a continuación:

1. Obstáculos hacia alternativas más sostenibles: Se menciona la dificultad de recuperar o recibir plástico residual, lo que representa un desafío importante en el camino hacia prácticas más sostenibles.
2. Cumplimiento normativo: Se resalta la importancia de cumplir con las normativas y legislaciones pertinentes, como la Estrategia Nacional de Plástico de un Solo Uso, que busca reducir la presencia de plásticos en el medio ambiente y promover alternativas biodegradables. Sin embargo, se señala la necesidad de un esfuerzo coordinado para fiscalizar y hacer cumplir estas regulaciones.
3. Reprocesamiento y valorización: Se menciona la transformación de residuos plásticos en nuevos productos o materias primas, así como el reciclaje y reutilización de estos materiales, especialmente en el sector agropecuario.
4. Control del movimiento transfronterizo de plásticos: Se destaca la importancia de regular este proceso para evitar prácticas fraudulentas y mejorar los procesos de importación y control de residuos. Asimismo, se hace hincapié en la necesidad de mejorar las prácticas de disposición de plásticos a nivel nacional, especialmente en áreas rurales.
5. Fiscalización y control interdisciplinario: Se propone la implementación de equipos de trabajo interdisciplinarios e interinstitucionales para actividades de fiscalización y control, promoviendo un enfoque colaborativo en la gestión de residuos plásticos.

Estos hallazgos reflejan la complejidad y la importancia de abordar de manera integral el uso de plásticos en la agricultura, considerando aspectos ambientales, regulatorios y de gestión de residuos. Esta consulta resalta la importancia de abordar de manera integral el uso de plásticos en la agricultura, desde el cumplimiento normativo hasta la implementación de estrategias de recolección, reciclaje y reutilización. Se subraya la necesidad de promover prácticas sostenibles y coordinadas para mitigar los impactos ambientales asociados con el uso de plásticos en este sector.

3.3. CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS.

El objetivo de este apartado fue, realizar una estimación aproximada de la cantidad de residuos plásticos generados en el sector agro costarricense, tomando como base los productos que contaban con información sobre sus costos de producción, disponibles en los datos oficiales primera aparición : Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria.(SEPSA), como se mencionó en la metodología. Se realizaron algunos ajustes por disponibilidad de información oficial, como por ejemplo la cantidad de Brócoli y Coliflor, ya que, para las estadísticas oficiales de SEPSA, reportan esta información conjunta unificándolos bajo el nombre de Brassicas. En estas estadísticas el Mangostán y la Guayaba se reportan juntos por lo que se procedió a unificarlos en los cálculos de los residuos.

Los residuos de cada una de las unidades experimentales en kg, las cuales se proyectaron y unificaron para que sus resultados muestren el promedio de los residuos generados en la producción de cada actividad agrícola seleccionada kg en una hectárea al año, aproximadamente.

Luego con los datos oficiales costarricenses obtenidos de los Boletines Estadísticos Agropecuarios y de FAO statistics (FAOSTAT, s.f.) y (SEPSA, s.f.), se obtuvo el dato de producción nacional en hectáreas anuales por producto, cabe resaltar que se tomó el valor más actualizado disponible para cada producto.

Para el caso de ganadería de leche que se incluyó en este estudio se utilizaron los resultados de un estudio de CATIE (Martínez Ordeñez, 2020). Según el informe, que cada por cada kg de leche que se produce por mes, se generan 0,00152 kg de residuos plásticos al mes, de esta forma se estima la producción de residuos plásticos en un año: Para el caso de ganadería de leche que se incluyó en este estudio se utilizaron los resultados de un estudio de CATIE (Martínez Ordeñez, 2020). Según el informe, que cada por cada kg de leche que se produce por mes, se generan 0,00152 kg de residuos plásticos al mes, de esta forma se estima la producción de residuos plásticos en un año:

$$0,0052 \text{ Kg/mes} \times 12 \text{ meses /año} = 0,01824 \text{ kg/año}$$

Por lo que, para obtener la cantidad total de residuos plásticos generados en un año, multiplicamos la cantidad total de leche producida en un año por la cantidad de residuos plásticos generados por cada kg de leche. Para el caso de ganadería de leche que se incluyó en este estudio se utilizaron los resultados de un estudio de CATIE (Martínez Ordeñez, 2020). Según el informe, que cada por cada kg de leche que se produce por mes, se generan 0,00152 kg de residuos plásticos al mes, de esta forma se estima la producción de residuos plásticos en un año:

$$149.421 \text{ Kg de leche/año} \times 0,01824 \text{ Kg residuos / año} \\ = 2.725,43 \text{ Kg residuos plásticos / año}$$

En la siguiente tabla se puede observar que la cantidad total de residuos plásticos aproximada que genera al año en Costa Rica, es de 20.127,03 toneladas. Cabe resaltar un detalle importante, sobre el peso del plástico, ya que sabemos que es un material relativamente liviano, pero que puede ocupar mucho espacio físico.

En la tabla 3 se puede detallar la cantidad de residuos plásticos aproximados que se generan por actividad productiva.

Tabla 3 Cantidad Aproximada de residuos plásticos en cada actividad productiva por toneladas por año, 2024.

	Cultivos	Residuos Totales (Toneladas/Año)
	Abacá	3,8
	Aguacate	25,1
	Apio	9,5
	Arroz	114,9
	Ayote	20,2
	Banano	9814,9
	Brócoli y Coliflor	10,2
	Cacao	24,7
	Café	1157,7
	Camote	7,6
	Caña de Azúcar	335,1
	Cebolla	234,9

	Cultivos	Residuos Totales (Toneladas/Año)
	Chayote	6,7
	Chile	34,8
	Fresa	111,5
	Flores	1324,3
	Frijol	428,8
	Guanábana	11,1
	Lechuga	92,2
	Limón	161,4
	Maíz	84,2
	Malanga	1,5
	Mango	49,1
	Mangostán y Guayaba	10,7
	Maracuyá	0,9
	Melón	779,2
	Ñame	5,9
	Palma Aceitera	105,2
	Pasto de Trasvala	50,2
	Palmito	26,8
	Papa	20,6
	Papaya	2,0
	Piña	3541,6

	Cultivos	Residuos Totales (Toneladas/Año)
	Pitahaya	114,2
	Plátano	446,7
	Rambután	2,1
	Remolacha	0,1
	Repollo	91,7
	Sandía	546,0
	Tiquisque	10,3
	Tomate	268,5
	Vainica	0,1
	Yuca	34,1
	Zanahoria	3,6
	Ganadería de Leche	2,73
	Total de residuos	20.127,03

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla 4 se muestra los residuos plásticos totales aproximados que se generan por año de las categorías seleccionadas de ambientes protegidos.

Tabla 4 Cantidad Aproximada de residuos plásticos totales en toneladas por año, en las categorías seleccionadas de ambientes protegidos, 2024.

Ambientes protegidos	Residuos Totales Toneladas/Año
Techito (techo de plástico)	1262,10
Sarán	459,66
Casa Sombra	148,57
Sierra o multicapilla	349,91
Total	2220,24

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Bajos los supuesto establecidos metodológicamente se puede identificar que los residuos plásticos que se generan en el sector agro costarricenses por producción bajo ambientes protegidos, es aproximadamente de 2220,24 toneladas al año.

La suma total de los residuos se puede apreciar en la tabla 5, donde se especifica que los residuos totales de plásticos, generados el sector agro es de 22.347,23 toneladas /año.

Tabla 5 Cantidad total en toneladas por año, de residuos plásticos generados en el sector Agrícola, 2024.

Procedencia del Residuo	Residuos Tn/ha/Año
Ambientes protegidos	2220,2
Actividad productiva	20.127,03
Total	22.347,23

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.4 Consulta a generadores de residuos plásticos en el sector agrícola.

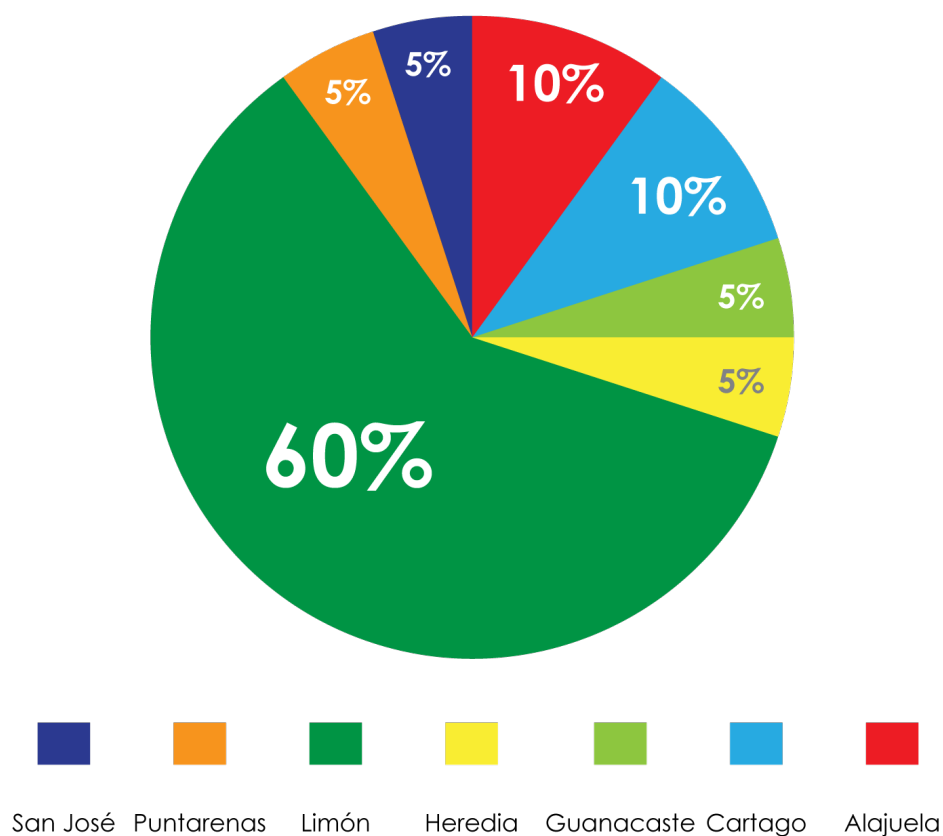
El objetivo de la aplicación de esta herramienta fue recopilar información detallada sobre el uso de plásticos en el sector agrícola con el fin de validar la cuantificación y caracterizar su impacto en el sector.

La herramienta diseñada logró recopilar un total de respuestas de 65 personas productoras, que a su vez, colaboraron con la validación de la información que se utilizó en las unidades productivas. A continuación se presentan las sistematizaciones de las principales respuestas obtenidas.

Información general

Las ubicaciones de las zonas productivas de los productores entrevistados se muestran a continuación:

Figura 1 Provincias de ubicación de zonas productivas de las personas entrevistadas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según estos datos mostrados, se observa que la mayor parte de los productores son de la provincia de Limón.

Uso de plásticos

a) Tipos de plásticos utilizados (mulching, envases, mallas, tuberías)

Se destaca dentro de las respuestas de los entrevistados el uso de envases, sin embargo, también se mencionan las mallas y tuberías indicando que su uso principal es para protección de cultivos y riego respectivamente, y otro de los plásticos mencionados es el mulching que es considerado como crucial para el control de malezas y retención de humedad en el suelo.

b) Cantidad de plástico utilizado (en kilogramos o metros cúbicos) por tipo

Según los datos proporcionados por los productores, se tienen los siguientes valores:

- Envases: 200 kg
- Tuberías: 15 kg
- Mallas: 45 kg
- Mulching: 5 kg

Es importante aclarar que no todos los productores brindaron respuesta a esta pregunta, ya que indican que nunca han registrado la cantidad de plástico de los insumos que utilizan.

c) Duración estimada del uso de plásticos en el campo

Los productores indican diferentes duraciones estimadas del plástico en campo, esto se debe al uso que se esté dando:

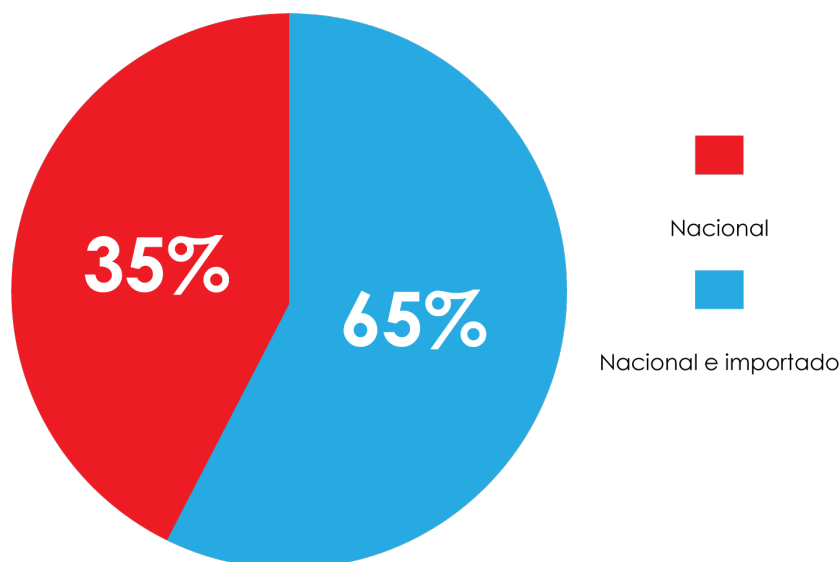
- Tuberías: Su uso es permanente o al menos durante todo el proceso de producción.
- Mallas: Se utilizan de forma continua a lo largo de todo el proceso productivo, principalmente para protección.
- Envases: Su tiempo de uso varía, desde un solo día de aplicación hasta un máximo de 6 meses, dependiendo del tipo de envase y si se reutiliza.
- Bolsas para plátano: Se utilizan durante un período de 3 meses.
- Mangueras de goteo: Tienen una vida útil de hasta 7 años.
- Pichingas: Son reutilizables, lo que permite varios ciclos de uso.



d) Origen de los plásticos (nacional, importado)

Según las opiniones de los productores, todos coinciden en que utilizan plásticos de origen nacional. Sin embargo, la población se divide, ya que el 65% usa exclusivamente plásticos nacionales, mientras que el 35% utiliza tanto plásticos nacionales como importados, como se muestra a continuación.

Figura 2 Opinión de los productores sobre el origen de los plásticos



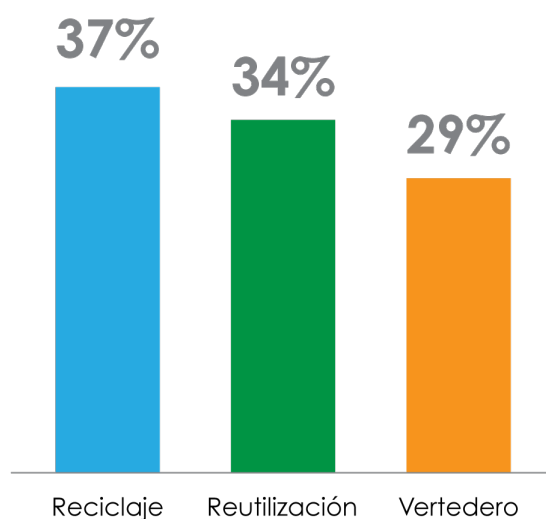
Fuente: Elaboración propia, 2024.

2. Prácticas de gestión de residuos

a) Métodos de gestión de residuos plásticos utilizados (reciclaje, vertedero, reutilización)

Según las respuestas de los productores, la mayoría indica que recicla, seguido de la reutilización, y por último, el vertedero. Es importante aclarar que la reutilización depende del tipo de residuo plástico, ya que si no es posible reutilizarlo, se destina al reciclaje o al vertedero. Los resultados se muestran a continuación.

Figura 3 Métodos para la gestión de los residuos plásticos utilizado por los entrevistados, 2024.



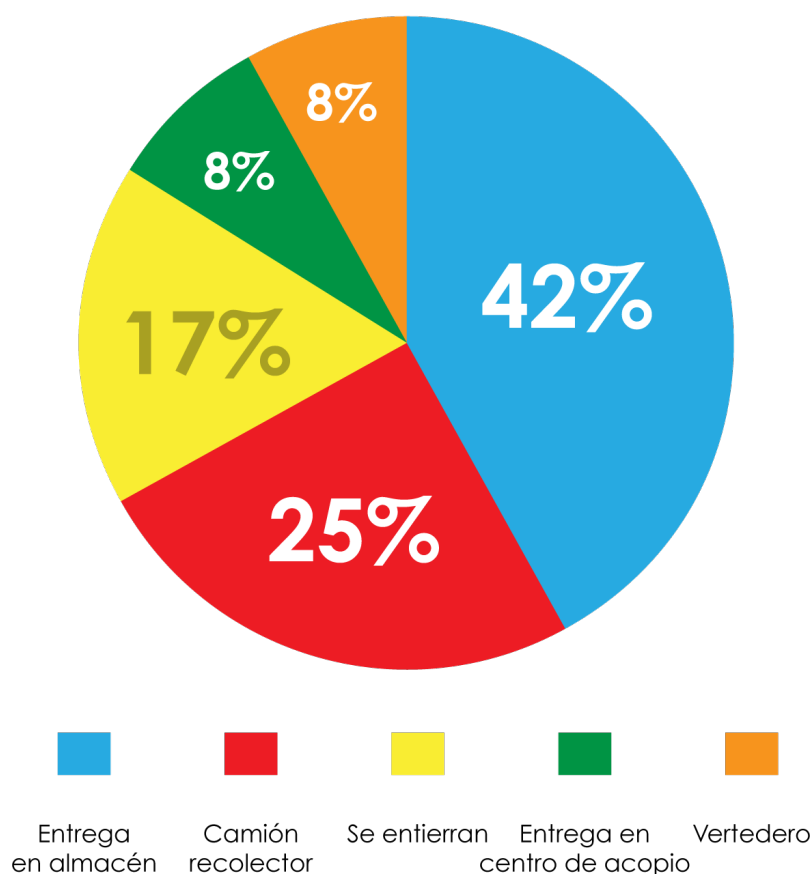
Fuente: Elaboración propia, 2024.

b) Frecuencia y método de recolección de residuos plásticos

En relación con la consulta sobre la frecuencia, las respuestas obtenidas son muy variadas, ya que algunos productores comentan que se retira el residuo de plástico una vez hecho uso de este o al final de la semana de labores, otros productores indican que los retiran del campo cada 3 meses o 6 meses, ya que eso depende de si es un envase o un plástico de otro tipo como cintas de goteo o mulch que se necesitan a lo largo de todo el ciclo productivo.

Los métodos de recolección de residuos mencionados por los entrevistados que brindaron respuesta a la pregunta son los siguientes.

Figura 4 Método de recolección de residuos utilizado por los entrevistados, 2024.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

La mayoría de los productores realizan la entrega en el almacén donde compran sus insumos, en algunas zonas hay recolección con un camión de reciclaje y es interesante que existen productores que una de sus prácticas es enterrar los residuos plásticos.

c) Tiene alguna colaboración con programas de reciclaje o entidades ambientales locales para este problema

La mayoría de los productores agrícolas no tienen colaboración con programas de reciclaje o entidades ambientales locales para abordar el problema de los residuos plásticos. Sin embargo, hay una respuesta que indica una colaboración con el programa de Bandera azul ecológica y otra que expresa el deseo de tener colaboración, pero indica que no hay programas ni almacenes que recolecten los envases en la zona.

3. Impacto ambiental

a)Cuál es su percepción sobre el impacto ambiental de los plásticos utilizados en la agricultura

La percepción sobre el impacto ambiental de los plásticos utilizados en la agricultura refleja una preocupación generalizada por considerarlo un potencial contaminante y su efecto nocivo en el medio ambiente.

Los productores agrícolas entrevistados reconocen que los plásticos, si no se gestionan adecuadamente, pueden causar daños significativos en los ecosistemas locales, afectando la fauna, los recursos hídricos y el paisaje. Además, señalan la importancia de reutilizar y dar un manejo adecuado a los plásticos para minimizar su impacto negativo, así como la necesidad de implementar programas de recolección y tratamiento de residuos para evitar su dispersión en la naturaleza.

Si bien algunos entrevistados cuentan con percepciones optimistas como la importancia de la reutilización y el tratamiento adecuado de los residuos plásticos, en general, se reconoce la urgencia de tomar medidas para reducir el impacto ambiental de estos residuos.

b) Identificación de problemas ambientales relacionados con el uso de plásticos

Los plásticos utilizados en la agricultura conllevan a una serie de problemas ambientales, esto incluye contaminación del suelo y del agua, este último por contaminación de ríos y cuerpos de agua por la disposición inadecuada de estos residuos.

La presencia de plásticos también puede tener un impacto negativo en la flora y fauna, con casos de muerte de animales e insectos y puede afectar la productividad agrícola al esterilizar el suelo y dificultar el crecimiento de los cultivos.

c) Medidas tomadas para reducir el impacto ambiental

Los entrevistados mencionan que toman medidas como reutilización de tubería plástica en otras actividades agrícolas o ganaderas, así como el reciclaje activo para minimizar el uso y desechar adecuadamente los plásticos. Además, se promueve la recolección de envases y bolsas plásticas en el área de cultivo para su posterior reutilización o reciclaje. Se prioriza el uso eficiente de agroquímicos para reducir la necesidad de comprar nuevos envases (usando dosis adecuadas), mientras que algunos optan por alternativas como el trabajo con cenizas (para minimizar el uso de agroquímicos).

4. Alternativas y tecnologías sostenibles

a) ¿Conoce prácticas agrícolas sostenibles que podrían reemplazar o reducir el uso de plásticos?

La mayoría de los productores indican desconocimiento sobre prácticas agrícolas sostenibles, pero quienes responden brindan las siguientes respuestas:

- Uso de cenizas y otros programas de insumos orgánicos
- Coberturas biodegradables
- Reutilización de envases siempre que sea posible.

b) Experiencia con tecnologías sustentables (e.g., bioplásticos, sistemas de riego sin plástico)

Las respuestas brindadas por los productores reflejan que la mayoría desconoce del todo las tecnologías sustentables, sin embargo, quienes respondieron de manera afirmativa mencionan que, en el caso de producción orgánica, intentan sustituir productos comerciales utilizando insumos propios y por otra parte se menciona el uso de métodos de riego que no dependan de plásticos o materiales no renovables.

5. Tiene algún comentario o información adicional o comentario relevante:

Algunos de los resaltan la necesidad de una mayor colaboración por parte de las entidades correspondientes, además, hay un interés evidente en recibir capacitaciones sobre el manejo de residuos plásticos y en participar en programas de reciclaje.

Se destaca la importancia de la intervención de la municipalidad en la gestión de residuos, así como la falta de apoyo y opciones para abordar el problema de los residuos plásticos en distintas zonas, ligado a esto los entrevistados hacen hincapié en la necesidad de contar con lugares específicos para llevar los desechos plásticos y en la importancia de procesar adecuadamente los materiales reutilizados para evitar impactos negativos en el medio ambiente.

Por último, algunos productores sugieren la implementación de incentivos para fomentar la participación en campañas de recolección de plásticos.

Además, se resalta que debería existir un programa permanente, de recolección de residuos de este tipo en las zonas productivas.



Los productores agrícolas entrevistados reconocen que el manejo inadecuado de los plásticos puede tener consecuencias graves para los ecosistemas locales. Señalan que, si no se gestionan correctamente, los plásticos pueden dañar la fauna, contaminar los recursos hídricos y alterar el paisaje, afectando tanto el entorno natural como la sostenibilidad de las actividades agrícolas.

Síntesis de los resultados de la aplicación de esta herramienta.

Esta consulta proporciona información detallada sobre el uso de plásticos en el sector agrícola, recopilando datos a través de entrevistas a actores clave. Se abordan temas como la cantidad y tipos de plásticos utilizados, la duración estimada de su uso en el campo, el origen de los plásticos, las prácticas de gestión de residuos, problemas ambientales asociados, colaboración con programas de reciclaje, percepción del impacto ambiental, y sugerencias para abordar el problema de los residuos plásticos. Se destaca la preocupación por el impacto ambiental de los plásticos en la agricultura y la necesidad de implementar medidas para reducir dicho impacto. Los productores expresan interés en recibir capacitaciones, participar en programas de reciclaje y contar con apoyo de entidades para gestionar adecuadamente los residuos plásticos.

Los principales hallazgos del documento son:

1. Los productores agrícolas están sensibilizados sobre la importancia de tomar medidas para reducir el impacto ambiental de los plásticos, como la reutilización, el reciclaje activo y el uso eficiente de agroquímicos.
2. Existe desconocimiento generalizado sobre prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías sustentables que podrían reemplazar o reducir el uso de plásticos.
3. La mayoría de los productores no colaboran con programas de reciclaje o entidades ambientales locales para abordar el problema de los residuos plásticos.
4. Existe preocupación por el impacto ambiental de los plásticos en la agricultura, incluyendo contaminación del suelo y del agua, afectación de la fauna y flora, y esterilización del suelo.
5. Los productores expresan la necesidad de mayor colaboración, capacitaciones sobre manejo de residuos plásticos, programas de reciclaje, gestión adecuada de residuos y la implementación de incentivos para fomentar la participación en campañas de recolección de plásticos.



3.5 Caracterización de materiales

Luego de consultas a personas expertas y productoras, generadoras de residuos, acompañado de los resultados de la cuatificación, se identifican los principales residuos plásticos que se generan en el sector, tienen una composición principalmente conformada por Polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidad (HDPE), Polietileno de Baja Densidad (LDPE) y algunas variantes que se aplican en la industria a estos materiales para mejorar sus características y mejorar la calidad de los productos que utilizan estos materiales como materia prima.

A continuación se realiza una caracterización básica de estos materiales, detallando sus principales propiedades, vida útil y los principales impactos negativos que se generan en el ambiente.

a) Polipropileno.

Propiedades del material: El polipropileno, denominado PP Material termoplástico que se genera mediante la polimerización de moléculas de propileno, dando lugar a un producto que es un sólido semicristalino con excelentes y deseables propiedades físicas, mecánicas y térmicas cuando se usa en aplicaciones a temperatura ambiente. Lo anterior se debe a que es relativamente rígido, tiene un alto punto de fusión, baja densidad y buena resistencia al impacto, así como a la fatiga. (Mayorga, 2020).

Vida útil: La vida útil varía mucho dependiendo de diversos factores, como el tipo de PP, las condiciones de uso y la presencia de aditivos. Sin embargo, en general, se estima que el PP puede durar entre 5 y 20 años. (Coloplast, 2024).

Esta duración depende de los distintos factores, como el tipo de PP, las condiciones de uso y los aditivos que se le agreguen a las mezclas, y a su vez estos factores están condicionadas a la exposición de las condiciones extremas a las que sean expuestos los materiales, pues ante condiciones adecuadas pueden durar hasta 50 años. (Largaespada Carvajal, 2006).

Impactos al ambiente: varios autores coinciden que le puede tardar hasta mil años en degradarse en su totalidad, pero puede reutilizarse de forma segura y es suficientemente fuerte para resistir el desgaste normal durante varios usos. Debido a esto, se puede llegar a reciclar hasta 6 veces, además de que la producción actual resulta un 99% por carbono e hidrógeno, elementos inofensivos y abundantes en la naturaleza, por lo que no contamina químicamente. Sin embargo, su forma de reciclaje es compleja y costosa ya que al quemarse genera un cambio químico irreversible, sin posibilidad de licuarse por segunda vez. Por ello se requiere métodos especializados para su reutilización, que aumentan el daño ambiental y el consumo excesivo de recursos naturales. (Globalplast, 2020).

b) Polietileno de Alta Densidad.

Propiedades del material: El polietileno de alta densidad (por sus siglas en inglés HDPE) consiste en un polímero sintético termoplástico, el cual se obtiene por medio de una reacción denominada polimerización del polietileno a partir de etano. El HDPE es un material semicristalino con una densidad entre 0.941-0.965 g/cm³, un punto de fusión entre 130-136°C y una temperatura de fusión de 25°C, tiene una elevada permeabilidad a ciertas sustancias que son solubles a temperaturas altas y presenta una elevada resistencia al ataque de agentes químicos. Asimismo, las propiedades mecánicas de este polímero dependen de su estructura, peso molecular, cristalinidad y factores externos como temperatura, por lo que la rigidez, la dureza y la resistencia a la tensión aumenta con la densidad, cuenta con una alta resistencia a los impactos incluso a bajas temperaturas. (HUAYA Plastic Machinery, 2022).

Vida útil: La vida útil del polietileno de alta densidad (HDPE) es de más de 50 años en condiciones ideales (PUHUI, 2023). Sin embargo, esta estimación puede variar significativamente dependiendo de diversos factores, como:

- **Materiales:** Calidad del HDPE: El HDPE fabricado con resinas de alta calidad durará más que el material de menor calidad.
- **Aditivos:** Los aditivos, como los estabilizadores UV y antioxidantes, pueden prolongar la vida útil del HDPE en ambientes hostiles.

Principales condiciones de uso:

- **Temperatura:** La exposición prolongada a temperaturas extremas, tanto altas como bajas, puede degradar el HDPE.
- **Presión:** Las cargas pesadas y la presión constante pueden reducir la vida útil del HDPE.
- **Luz solar:** La luz ultravioleta (UV) del sol degrada el HDPE con el tiempo. Las tuberías para exteriores deben tener protección UV.
- **Productos químicos:** La exposición a ciertos productos químicos agresivos puede dañar el HDPE. (ALCION, 2020).
- **Impactos al ambiente:** La contaminación generada por estos materiales representa una gran reto, ya que tanto la producción como la incineración de los plásticos contribuyen al cambio climático. Asimismo, estos residuos terminan obstruyendo vías fluviales y contaminando ríos y océanos. Por lo que se debe procurar llevar a cabo procesos que permitan la valorización de los residuos plásticos, sin embargo, se debe tomar en consideración que los envases de agroquímicos requieren una correcta manipulación y almacenamiento debido al tipo de producto su procesamiento puede ser dañino tanto para el medio ambiente como para los seres vivos (The Nature Conservancy, 2021).

c) Polietileno de Baja Densidad

Propiedades del material: El polietileno de baja densidad (LDPE; por sus siglas en inglés) se sintetiza de tal manera que se forma un polímero ramificado. Las ramificaciones formadas son de cadena corta y larga. Los puntos de ramificación a lo largo de la cadena sirven como interrupciones en el orden del sistema y evitan la cristalización local. El nivel más bajo de cristalinidad resulta en menor densidad, de ahí su nombre. El LDPE generalmente se encuentra en el rango de densidad de 0,910 a 0,925 g/cm³.

El LDPE tiende a ser relativamente fácil de procesar. En comparación con otros grados de PE, este se funde a una temperatura relativamente baja (220 a 240 °F, 105 a 115°C). Los grados de película soplada de LDPE son moderadamente altos en viscosidad, pero el amplio rango de ramificación produce una ventana de procesamiento bastante amplia y alta resistencia a la fusión en la burbuja. Además de esto, el LDPE se sella con calor muy fácilmente.

Vida útil: La vida útil del polietileno de baja densidad (LDPE) depende de varios factores, tanto técnicos como ambientales, dichos factores se detallan a continuación.

- Condiciones ambientales: La exposición a la luz solar, la radiación UV, los cambios extremos de temperatura y el contacto con productos químicos agresivos pueden acortar la vida útil del LDPE.
- Estrés mecánico: El LDPE puede degradarse si se somete a tensiones o esfuerzos mecánicos constantes.
- Aditivos: Los aditivos añadidos al LDPE durante la fabricación, como estabilizadores UV y antioxidantes, pueden prolongar su vida útil.
- Forma y grosor del producto: Los productos de LDPE delgados y con formas complejas tienden a degradarse más rápido que los productos gruesos y de forma simple.

En general, se puede estimar que la vida útil del LDPE oscila entre 20 y 30 años en condiciones ideales. Sin embargo, en entornos más hostiles, la vida útil puede reducirse significativamente a solo unos pocos años. (Medi Guínez, 2018).

Impactos al ambiente: El polietileno de baja densidad (LDPE) es un plástico ampliamente utilizado, pero su producción, uso y eliminación tienen un impacto significativo en el medio ambiente.

Estos aspectos negativos se detallan a continuación:

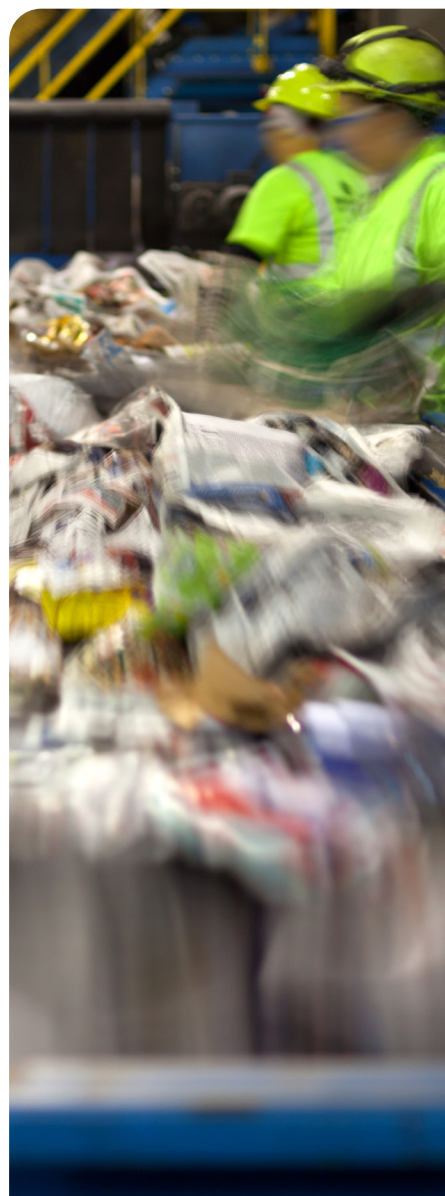
- Producción: Extracción de recursos no renovables (petróleo, gas natural) y emisión de gases de efecto invernadero.
- Uso: Contaminación del suelo, agua y océanos por su persistencia y fragmentación. Ingestión por animales y humanos con efectos adversos para la salud.
- Eliminación: Ocupa espacio en vertederos y libera contaminantes. La incineración genera gases nocivos. (Envaselía, 2018)

Hallazgos del proceso

Luego del análisis de los resultados obtenidos, identifican hallazgos importantes de resaltar para próximos pasos alrededor de esta problemática.

Al realizar una síntesis de la aplicación de las herramientas de consulta tanto a expertos como a generadores del residuos, se identifica que no hay una línea directa de comunicación y se desconocen como actores de la cadena, por un lado los productores (generadores) desconocen cuales son las vías de disposición responsable de residuos, dentro de sus áreas geográficas de impacto y los valorizadores reconocen ante autoridades la necesidad de más materia prima, para sus actividades económicas, e incluso han generado solicitudes para la importación de residuos plásticos.

De los encuestados un 37% indican que realizan reciclaje de residuos y un 34% valorización, es importante aclarar que son acciones y no es un porcentaje que corresponda a cantidad de residuos que se gestionan por estos medios. Lo que nos lleva a destacar que, no hay un reconocimiento de acciones para la gestión de residuos, se conocen formas de realizar esta gestión, pero no sobre una amplia oferta de iniciativas propias que motiven a generar encadenamientos.



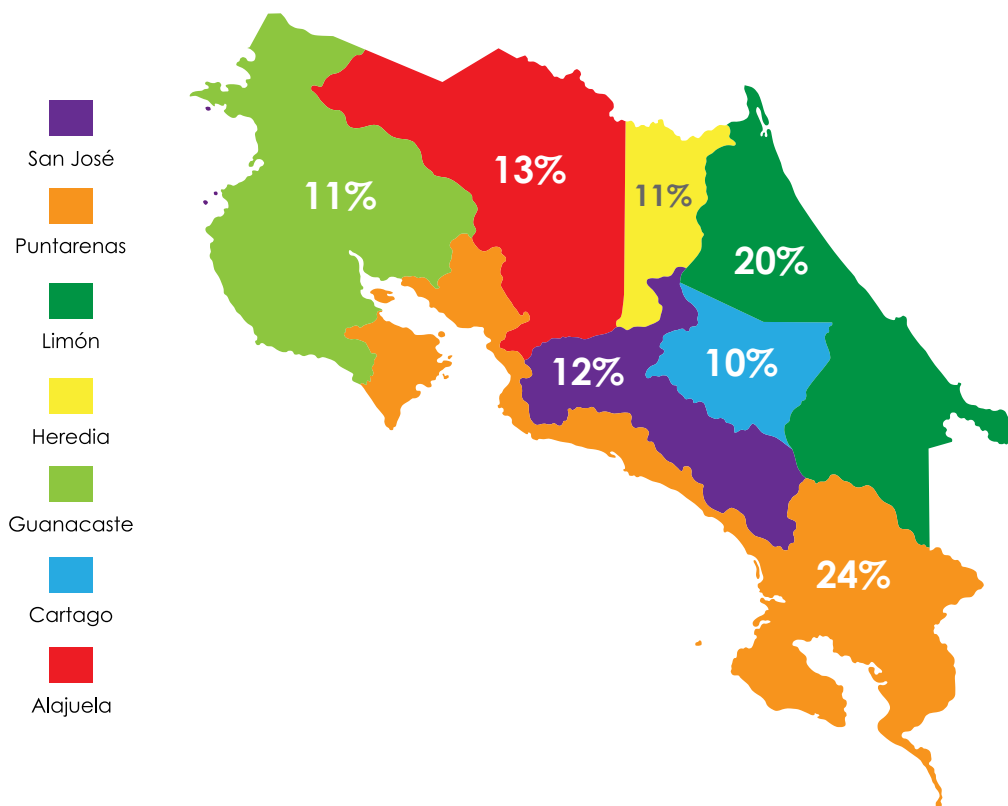
Una de las iniciativas mayormente reconocidas es la de la Fundación Limpiemos Nuestros Campos, mediante su programa Campos Limpios, que para el 2022 recuperó 201 toneladas de residuos generados en las actividades agrícolas. También de la empresa Recyplast que registra anualmente la valorización de 14000 toneladas de residuos, pero no todos provenientes de la agricultura pues también recibe los residuos recuperados por centros de acopio de sus zonas de impacto, por lo que se desconoce para este estudio la cantidad proveniente del sector agrícola, que valoriza esta empresa.

No se logró identificar una estadística que detallara cuánto plásticos se recupera y se revaloriza en el sector, por lo que sería importante generar información de esta índole, ya que podría facilitar la toma de decisiones y el establecimiento de una línea base que permita crear información país para el reporte de los indicadores necesarios, para sus compromisos globales.

Se considera que es importante establecer espacios u observatorios de divulgación de iniciativas que valoricen residuos plásticos, que incluya tipo de residuos que se reciben, estados de recepción del material y ubicaciones de estos centros de valorización, esto con el fin de facilitar el encadenamiento de los valorizadores o recicladores con los generadores de residuos.

Luego de cuantificar los residuos se procedió a realizar resumen de residuos promedio por provincia, para identificar el porcentaje aproximado de residuos que se generan por provincia. Cabe resaltar que lo ideal es tener una segmentación por regiones, pero la calidad de los datos país disponibles no era la más actualizada.

Figura 5. Cantidad de residuos plásticos promedio aproximados, generados en las actividades agrícolas generados por provincia, 2024.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Se puede apreciar que hay dos valores interesantes de analizar, el primero que la provincia Limón genera un 20% de los residuos, el segundo caso responde a Puntarenas, que es la provincia con mayor cantidad de residuos plásticos generados en el sector agrícola con un 24 %. Por tanto, es quien contiene el porcentaje mayor de residuos promedios generados en el sector. Cabe resaltar que esta distribución porcentual no incluye las 2020,2 toneladas de residuos que generan los ambientes protegidos según los supuestos establecidos.

La información anterior se puede considerar un insumo valioso para priorizar la urgencia de acción preventiva y correctiva en la problemática de generación de residuos plásticos, tanto para políticas públicas como para la búsqueda de recursos y apoyos para generar estas iniciativas.

En total a nivel nacional anualmente se producen 39169,4 toneladas promedio por año, de residuos plásticos que provienen de las actividades agrícolas. Que si convertimos a m³ nos da un resultados de Un volumen de 261.129,3 m³ de residuos plásticos, datos que es bastante significativo. En tema de gestión de residuos, este volumen representa un desafío considerable en términos de recolección, transporte, tratamiento y disposición adecuada, tomando en cuenta que el sector agrícola no es el único generador de residuos plásticos.

Se requiere la implementación de estrategias eficientes de reciclaje, reutilización y valorización adecuada para minimizar el impacto ambiental de estos residuos, considerando que la vida útil del plástico se refiere al período durante el cual un artículo de plástico puede cumplir su función prevista antes de ser desechado y la degradación total del plástico es el proceso en el que el plástico se descompone en partes más pequeñas, hasta que ya no es perceptible o no tiene efectos ambientales adversos. Este proceso puede llevar mucho tiempo, a menudo cientos de años, dependiendo del tipo de plástico y de las condiciones ambientales a las que expuesto. Es importante distinguir entre estos dos conceptos para comprender mejor la gestión de residuos y la sostenibilidad ambiental.

Por lo que se puede considerar que este volumen de residuos plásticos también destaca la importancia de la conciencia ambiental y la necesidad de reducir el consumo de plástico, así como fomentar prácticas de gestión de residuos sostenibles para abordar este problema a largo plazo.

Por último y no menos importante, es necesario indicar que a nivel nacional hay suficiente información para modelar los ejercicios como lo realizados en este trabajo, el problema es que la información está desagregada y no está disponible para todos los años, lo que no permite generar una línea base, fundamentada en una año específico, y complicaría el seguimiento de indicadores de crecimiento o decrecimiento de este problema y podría comprometer la calidad del dato.

4

1. Existe una complejidad significativa en el uso de plásticos en la agricultura, lo que requiere un enfoque integral que abarque aspectos ambientales, regulatorios y de gestión de residuos.
2. La implementación de equipos interdisciplinarios e interinstitucionales para la fiscalización y control de residuos plásticos en la agricultura es fundamental para promover prácticas sostenibles y coordinadas.
3. La falta de conocimiento sobre prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías sustentables es un desafío importante que debe abordarse para reducir el uso de plásticos en la agricultura.
4. Los productores expresan preocupación por el impacto ambiental de los plásticos en la agricultura, lo que incluye la contaminación del suelo y del agua, afectación de la fauna y flora, y esterilización del suelo.
5. Existe una necesidad clara de colaboración, capacitación en manejo de residuos plásticos, programas de reciclaje y gestión adecuada de residuos, así como la implementación de incentivos para fomentar la participación en campañas de recolección de plásticos.
6. La consulta a generadores de residuos plásticos en el sector agrícola ha proporcionado información valiosa sobre el uso de plásticos, la gestión de residuos y las preocupaciones ambientales asociadas, destacando la importancia de implementar medidas para reducir el impacto ambiental.



7. En Costa Rica destaca la necesidad de promover prácticas sostenibles y responsables en la gestión de residuos plásticos en este sector. Se resalta la importancia de sensibilizar y educar a los diferentes actores involucrados, desde agricultores hasta empresas industriales, sobre las alternativas disponibles y los impactos ambientales asociados con el uso de plásticos.

8. Se enfatiza la importancia de implementar una economía circular en la producción agrícola, fomentando procesos de valorización y reciclaje que incentiven el tratamiento adecuado de los residuos plásticos. Se identifica a la industria agrícola y las empresas industriales como los principales generadores de residuos plásticos, lo que subraya la necesidad de colaboración entre diversos actores, incluyendo el gobierno, el sector privado y los agricultores, para abordar este problema de manera integral.

9. Los productores reconocen la importancia de tomar medidas para reducir este impacto, como la reutilización, el reciclaje y el uso eficiente de agroquímicos. Sin embargo, existe una falta de conocimiento generalizado sobre prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías sustentables que podrían ayudar a reducir el uso de plásticos. Se destaca la necesidad de colaboración con programas de reciclaje, entidades ambientales locales y la implementación de medidas concretas para gestionar adecuadamente los residuos plásticos en el sector agrícola.

- Aceromafe. (22 de Julio de 2021). Recuperado el 2024, de <https://www.aceromafe.com/aplicaciones-del-polietileno/>
- Agostini Valle, M. L., Araújo Veloso, C., Guimarães Junior, J. B., Marin Mendes, L., Pontes Gonçalves, M. M., Protásio, T., & Vanoli Scatolino, M. (2021). Environmental Science and Pollution Research. Recuperado el 2024, de doi: 10.1007/s11356-02113061-y.
- ALCION. (13 de 11 de 2020). <https://www.alcion.com>. Obtenido de <https://www.alcion.com/envase-coex-vs-envase-hdpe/>
- Alloys S.R.L. (s.f.). Recuperado el 2024, de <https://www.alloys.com.ar/materias-primas-delplastico/poliamida/>
- Arizaga Ricaurte, J. I., & Escalante Iñiguez, J. (2023). Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 2024, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26162>
- Arone Valencia, A., & De La Cruz Orihuela, C. (2020). Universidad Peruana Unión. Recuperado el 2024, de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3219>
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (10 de 12 de 2018). PROYECTO DE LEY: LEY PARA SOLUCIONAR LA CONTAMINACIÓN EXPEDIENTE N.º 21.159. Recuperado el 10 de 04 de 2024, de <https://proyectos.conare.ac.cr/asamblea/21159.pdf>
- Beiro, N. (05 de 2020). EIP-AGRI Focus Group Reducing the plastic footprint of agriculture. Obtenido de https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/eipagri_fg41_plastic_footprint_starting_paper_2020_en.pdf
- Briassoulis, D., & Schettini, E. (2003). Biosyst Eng. Recuperado el 2024, de doi: [https://doi.org/10.1016/S1537-5110\(02\)00241-6](https://doi.org/10.1016/S1537-5110(02)00241-6).
- Brooks, A., Jambeck, J., & Mozo, E. (2020). Plastic Waste Management and Leakage in Latin America and the Caribbean. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0002873>
- Cantor, K. (2019). Hanser Publishers. Recuperado el 2019, de <https://app.knovel.com/hotlink/khtml/id:kt011XIAE2/blown-film-extrusion/lowdensitypolyethylene>

- CEPAL. (2012). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado el 2021, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/22425/1/S2012034_es.pdf
- Champakalakshmi, R., Kyaw, B. M., Sakharkar, M. K., Sakharkar, K., & Sing Lim, C. (2012). Indian Journal of Microbiology. Recuperado el 2024, de doi: 10.1007/s12088-012-0250-6.
- Choquehuanca Campos, J. L., Neira Contreras, R. M., Santa Cruz Curo, G. A., Suarez Cabellos, P. E., & Ynchicsana Bellido, J. P. (2020). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 2024, de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17282>
- CIPA. (2023). Comité International des Plastiques en Agriculture. Obtenido de <https://cipaplasticulture.com/#::~:~:text=CIPA%20is%20an%20international%20association%20dealing%20with%20all%20aspect%20of%20plastics%20in%20agriculture>
- Coloplastic. (2024). <https://www.coplastic.es/> . Obtenido de <https://www.coplastic.es/cuantodura-el-polipropileno/>
- CONSEJO NACIONAL AMBIENTAL – SECRETARIA TECNICA. (2020). I Plan Nacional de Compostaje 2020-2050. San José, Costa Rica.
- Córdova Farfán, K. Y., & Cruz Pedemonte, L. R. (2020). Universidad César Vallejo. Recuperado el 2024, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55763>
- DIGECA. (2017). Estrategia nacional para sustituir el consumo de plásticos de un solo uso por alternativas renovables y compostables 2017-2021. Obtenido de http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/estrategia_nacional_sustitucion_plastico_de_un_solo_uso.pdf
- DIGECA. (26 de 06 de 2018). Directriz N°014-MINAE: Uso, consumo y etiquetado del plástico de un solo uso. . Obtenido de http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/directriz-014minae_regulacion_uso_consumo_y_etiquetado_plastico_de_un_solo_uso.pdf
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). The Plastics Pact Network. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-plastics-pact-network>
- Envaselia. (2018). <https://www.envaselia.com>. Obtenido de <https://www.envaselia.com/blog/quees-el-polietileno-de-baja-densidad-ldpe-o-pebd-id19.htm>
- Espinoza Cevallos, A. P., & Mite Guzmán, N. G. (2021). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 2024, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52030>
- Fallas, J. (2012). Universidad para la Cooperación Internacional. Recuperado el 2021, de https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad1/lecturas/complementarias/Observaciones_organizacion_sintesis_y_presentacion_grafica_mayo25_2012.pdf

FAO. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture. doi:ISBN 978-92-5-109882-0

FAO. (2021). Assessment of agricultural plastics and their sustainability: A call for action. doi:97892-5-135402-5

FAOSTAT. (s.f.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 2024, de <https://www.fao.org/faostat/es/#data>

FONTARGRO. (2022). <https://www.fontagro.org/>. Obtenido de https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/Producto_5__Propuesta_de_Escalamiento.pdf

Fundación Chile. (2021). Reportabilidad: Pacto Chileno de los Plásticos Data 2019. Obtenido de <https://circulaelplastico.cl/wp-content/uploads/2021/07/Reportabilidad-del-PactoChileno-de-los-Pla%CC%81sticos-JULIO-2021.pdf>

Gil Sánchez, H. H., & Monterrosa Álvarez, D. A. (2019). Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Recuperado el 2024

Globalplast. (2020). <https://globaplast.com.mx>. Obtenido de <https://globaplast.com.mx/limitaciones-del-polipropileno/>

Gobierno de Costa Rica. (2018). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. Obtenido de <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf>

Gobierno de Costa Rica. (2019). PLAN DE ACCIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS 2019-2025. Recuperado el 10 de 04 de 2024, de https://d1qqtien6gys07.cloudfront.net/wp-content/uploads/2021/07/plan_accion_gestion_integral_residuos_08042021.pdf

Hernández-Olivares, F., Martínez Muñoz, R., & Sánchez-Torija, J. G. (2022). Universidad Politécnica de Arquitectura. Recuperado el 2024, de <https://doi.org/10.20868/ade.2022.5017>

Hoffman, T. (25 de 07 de 2023). Plastics can be used more sustainably in agriculture. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s43247-023-00982-4>

Jimenez M, M. F., Brenes P, L. P., & Campos R, R. (2023). Desarrollo de propuestas de valoración de residuos de material plástico generados en la agricultura de ambientes protegidos. Cartago, Costa Rica: Repositorio Biblioteca José Figueres Ferrer.

Kazemi Najafi, S., Mosavi-Mirkolaei, S. T., & Tajvidi, M. (2019). Fibers and Polymers. Recuperado el 2024, de doi: 10.1007/s12221-019-1089-9.

Largaespada Carvajal, A. (2006). Determinación de la vida útil del polipropileno y el polietileno de alta densidad después de ser reprocesado varias veces por el método de moldeo por inyección, determinando sus propiedades fisicoquímicas y mecánicas. San José: Sistema Editorial Universitario Centroamericano. Obtenido de <https://catalogosiid-ca.csuca.org/Record/UCR.000011580>

Martínez Ordeñez, C. L. (febrero de 2020). <https://repositorio.catie.ac.cr/>. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9714>

Mayorga, D. (2020). <https://repository.unad.edu.co/>. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35541/dmayorgam.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
Medi Guínez, L. G. (2018). Estudio de la vida útil de plásticos sometidos a cargas mecánicas usando el método de isoesfuerzo escalonado. Concepción, Chile : Repositorio Bibliotecas UdeC.

MICITT. (2020). Estrategia Nacional de Bioeconomía de Costa Rica 2020-2030. Recuperado el 11 de 04 de 2024, de https://www.conagebio.go.cr/sites/default/files/2022-11/Estrategia%20Nacional%20Bioeconomi%CC%81a%20CR_0.pdf

Ministerio de Salud de Costa Rica. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos. Recuperado el 10 de 04 de 2024, de <https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2020/05/Poli%CC%81tica-nacional-para-la-gestio%CC%81n-integral-deresiduos-2010-2021.pdf>

Ministerio de Salud de Costa Rica. (2016). PLAN NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 2016-2021. Recuperado el 10 de 04 de 2024, de <https://www.ministeriode-salud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentosministerio-de-salud/ministerio-de-salud/planes-y-politicas-institucionales/planesinstitucionales/planes-planes-institucionales/714-plan-nacional-para-la-gestion-integral>

Noobia, S., Manoj KumaR, B., Rajath, B., & Veethahavya, K. (2016). Procedia Environmental Sciences. Recuperado el 2024, de doi: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.072>.

ONU. (10 de 2018). The New Plastics Economy Global Commitment. Obtenido de <https://www.unep.org/new-plastics-economy-global-commitment>

ONU. (2022). End plastic pollution: Towards an international legally binding instrument. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39812/OEWG_PP_1_INF_1_UN_EA%20resolution.pdf

ONU. (2023). The Global Commitment Five Years In: Learnings to Accelerate Towards a Future Without Plastic Waste or Pollution. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/global-commitment/overview>

Papillons. (2020). Milestones & findings. Obtenido de <https://www.papillons-h2020.eu/the-project/findings/>

PUHUI. (06 de mayo de 2023). <https://phpipe-fitting.com/>. Obtenido de <https://phpipefitting.com/news/shownews.php?lang=es&id=103>

Riquelme, M. (2021). Web y Empresas. Recuperado el 2021, de <https://www.webyempresas.com/amplitud-estadistica/>

Rodríguez, A., & Saborío, M. (2008). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado el 2021, de <http://repiica.iica.int/docs/B0706E/B0706E.PDF>

Sastri, V. (2022). Plastics in Medical Devices. Recuperado el 2024, de doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85126-8.00002-3>.

SCIJ. (24 de 06 de 2010). Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839. Recuperado el 19 de 04 de 2024, de Sistema Costarricense de Información Jurídica: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=68300

SCIJ. (15 de 07 de 2010). Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios N° 36093-S. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=68467

SCIJ. (26 de 11 de 2019). Ley para combatir la contaminación por plástico y proteger el ambiente N° 9786. Recuperado el 19 de 04 de 2024, de Sistema Costarricense de Información Jurídica: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90187

SCIJ. (15 de 07 de 2019). Ley para la prohibición del poliestireno expandido, reforma Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 9703. Recuperado el 19 de 04 de 2024, de Sistema Costarricense de Información Jurídica: https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89355

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Mx. (2023). Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica (INFCP). Recuperado el 10 de 04 de 2024, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/817333/INFCP_RE__2023.pdf

SEPSA. (s.f.). Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense. Recuperado el 2024, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/Paginas/BoletinesEstadisticos.aspx>

The Nature Conservancy. (19 de Julio de 2021). <https://www.nature.org/es-us/>. Obtenido de <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestras-prioridades/ciudadessaludables/detener-residuos-plasticos/#:~:text=Es%20ahora%20o%20para%20siempre,el%20flujo%20de%20residuos%20pl%C3%A1sticos.&text=La%20contaminaci%C3%B3n%20por%20pl%C3%A1sticos%20se,gra>

Yates, J., Deeney, M., Rolker, H., Kalamatianau, S., & Kadiyala, S. (2021). A systematic scoping review of environmental, food security and health impacts of food system plastics. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s43016-021-00221-z>



Generación de residuos plásticos

EN EL SECTOR AGRÍCOLA DE COSTA RICA



MINISTERIO DE
AMBIENTE Y ENERGÍA

GOBIERNO
DE COSTA RICA



MINISTERIO
DE SALUD

GOBIERNO
DE COSTA RICA



Consumo 180°
Ideas en acción

