



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**DESTINO AMBIENTAL DE LOS TECNO-FÓSILES AGRÍCOLAS DEL CANTÓN
LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020-2021”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero en Medio Ambiente

Autor:

Atiencia Chamorro Juan Carlos

Tutor:

Mogro Cepeda Yenson Vinicio Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Juan Carlos Atiencia Chamorro, con cédula de ciudadanía No. 1723048953, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“Destino ambiental de los Tecno-fósiles agrícolas del cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi en el periodo 2020-2021** siendo el **Ingeniero Mg. Yenson Vinicio Mogro Cepeda**, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Juan Carlos Atiencia Chamorro
Estudiante
CC: 1723048953

Ing. Mg. Yenson Mogro Cepeda
Docente Tutor
CC: 050165751-4

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Atencia Chamorro Juan Carlos**, identificado con cédula de ciudadanía 1723048953, de estado civil **soltero** y con domicilio en el barrio Santa Barbara perteneciente a la parroquia Chillogallo, cantón Quito, quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LOS CEDENTES son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

HISTORIAL ACADÉMICO. -

Inicio de la carrera: Abril 2016 – Agosto 2016

Fecha de finalización: Abril 2021 - Agosto 2021

Aprobación Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. Mg. Yenson Vinicio Mogro Cepeda

Tema: “Destino Ambiental de los Tecno-Fósiles agrícolas del cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi en el periodo 2020-2021”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfieren definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de agosto del 2021.

Juan Carlos Atiencia Chamorro
EL CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación con el título:

“DESTINO AMBIENTAL DE LOS TECNO-FÓSILES AGRÍCOLAS DEL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020-2021”, de Atiencia Chamorro Juan Carlos de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga 12 de agosto del 2021

Ing. Mg. Yenson Vinicio Mogro Cepeda

DOCENTE TUTOR

C.I. 050165751-4

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Atiencia Chamorro Juan Carlos, con el título de Proyecto de titulación: **“DESTINO AMBIENTAL DE LOS TECNO-FÓSILES AGRÍCOLAS DEL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020-2021”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)
Ing. Mg. Caterine Isabel Donoso Quimbita
CC: 0502507536

Lector 2
Ing. Mg. Joseline Luisa Ruíz Depablos
CC: 1758749062

Lector 3
Ing. Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa
CC: 060414790-0

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme permitido desarrollarme profesionalmente y cada a uno de los que son parte de tan distinguida Institución.

A mis queridos padres, por inculcarme desde pequeño que las metas se pueden cumplir con mucho trabajo, perseverancia, constancia y me brindaron su apoyo incondicional para no desfallecer ante las adversidades creyendo en mí siempre; gracias a ustedes he podido llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. No cabe duda que el ser su hijo es un privilegio.

A toda mi familia que llevaré siempre en el corazón y a mí hermana que de una u otra manera me ha brindado su apoyo para poder culminar esta carrera.

A mi tutor Ing. Mg. Vinicio Mogro y al Ph.D. Vicente Córdova; que conjuntamente con mis lectores han hecho que el presente proyecto se lo realice con éxito.

Atencia Chamorro Juan Carlos

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a mis padres Nervo Atiencia y Liliana Chamorro, quienes han sabido guiarme siempre por el camino del bien con toda la rectitud, paciencia, sabiduría y me han obsequiado su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida; por todas esas malas noches que un día me vieron pasar, por ser un ejemplo de superación, esfuerzo, valentía ante las desdichas de la vida. A mis abuelos; porque con sus oraciones, consejos, cariño y apoyo absoluto me acompañan en todas mis metas e hicieron de mí una mejor persona.

Por estar conmigo en todo momento, muchas gracias este logro va por ustedes.

Atiencia Chamorro Juan Carlos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: DESTINO AMBIENTAL DE LOS TECNO-FÓSILES AGRÍCOLAS DEL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020-2021

Autor: Juan Carlos Atiencia Chamorro

RESUMEN

Las películas plásticas usadas en agricultura se deterioraron progresivamente, perdiéndose sus propiedades mecánicas y espectro-radiométricas, por lo que es necesaria su frecuente sustitución. Al final de su vida útil, los desechos plásticos a menudo se queman en campo abierto, se abandonan en los campos o en los cursos de agua, se entierran en el suelo o se eliminan en vertederos, liberando sustancias nocivas y contaminantes al aire, contaminando los alimentos, afectando a la calidad del suelo, provocando contaminación visual, degradación del paisaje y del agroecosistema. El presente estudio se realizó con el fin de establecer el destino ambiental de los tecnofósiles agrícolas en la zona agroindustrial de cantón Latacunga, incluyendo sus parroquias urbanas y rurales. El objetivo fue identificar el destino ambiental de las películas plásticas usada en producción agrícola bajo cubierta en el cantón Latacunga. Para ello se determinó la distribución espacial de utilización de películas plásticas agrícolas en el cantón Latacunga, en base a clasificación no supervisada utilizando mapas de cobertura de suelo de la plataforma Google Earth. Se identificaron los destinos finales de las películas plásticas agrícolas desechadas, aplicando encuestas y entrevistas específicas a los productores y gestores de desechos especiales. Finalmente se detallaron mecanismos de gestión sostenible de películas. Se utilizaron imágenes de la plataforma Google Earth para identificar y clasificar las áreas dedicadas a la plasticultura en el programa QGIS. Se encontraron 938.06 ha de cultivos bajo cubierta plástica, la mayoría correspondientes a empresas agroindustriales que se dedican al cultivo de alto valor económico, principalmente flores de exportación en el cantón Latacunga. Para gestionar los desechos especiales de láminas de plástico, se han desarrollado sistema de gestión informales, que permiten reciclar cerca del 90% de los plásticos generados en invernaderos registrados con los gestores. Los procesos de recolección, acopio de materia prima y pre-lavado se llevan a cabo en centros de acopio locales. El lavado, secado y enfardado, transformación, distribución y comercialización son ejecutados por una empresa gestora especializada. El fin principal de los residuos plásticos gestionados fue el reciclaje de láminas como materia prima para la elaboración de tintas de uso agropecuario. Los procesos sostenibles de gestión propuestos se enfocan en la inclusión de todos los actores (productores, consumidores y diversas entidades públicas y privadas); favoreciendo la adecuada valorización energética de los materiales recuperados y la sostenibilidad de la plasticultura.

Palabras clave: Agroplástico, Buenas prácticas Agrícolas, Tecnofósiles, Desechos especiales. Gestión Sostenible, Plasticultura,

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “THE ENVIRONMENTAL FATE OF AGRICULTURAL TECHNO-FOSSIL FUELS IN LATACUNGA CANTON, PROVINCE OF COTOPAXI, 2020-2021.”

AUTHOR: Juan Carlos Atiencia Chamorro

ABSTRACT

Plastic films used in agriculture have progressively deteriorated, losing their mechanical and spectro-radiometric properties, requiring frequent replacement. At the end of their useful life, plastic waste is often burnt in open fields, abandoned in fields or watercourses, buried in the soil or disposed of in landfills, releasing harmful substances and pollutants into the air, contaminating food, affecting soil quality, causing visual pollution, landscape, and agro-ecosystem degradation. This study was carried out to establish the environmental fate of agricultural techno-fossils in the agro-industrial zone of Latacunga canton, including its urban and rural parishes. The objective was to identify the environmental fate of plastic films used in agricultural production undercover in the canton of Latacunga. For this purpose, the spatial distribution of agricultural plastic film use in the canton of Latacunga was determined based on unsupervised classification using land cover maps from the Google Earth platform. The final destinations of discarded agricultural plastic films were identified by applying specific surveys and interviews with producers and managers of particular waste. Finally, sustainable film management mechanisms were detailed. Images from the Google Earth platform were used to identify and classify the areas dedicated to plasticulture in the QGIS program. We found 938.06 ha of crops under the plastic cover; most of them correspond to agro-industrial companies dedicated to cultivating high economic value crops, the leading flowers for export in the Latacunga canton. In order to manage particular plastic sheeting waste, informal management systems have been developed, which allow for the recycling of around 90% of the plastics generated in greenhouses registered with the managers. The collection processes, raw material collection, and pre-washing are carried out in local collection centers. A specialized management company carries out washing, drying and baling, processing, distribution, and marketing. The primary purpose of the managed plastic waste was to recycle films as raw material for the production of agricultural inks. The proposed sustainable management processes focus on including all stakeholders (producers, consumers, and various public and private entities), favoring the adequate energy recovery of the recovered materials and the sustainability of plasticulture.

Keywords: Agroplastic, Good Agricultural Practices, Techno-fossils, Special Waste. Sustainable Management, Plasticulture.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
Tabla 1. Beneficiarios del Proyecto.	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	5
6.1.1. Objetivos General	6
6.1.2. Objetivos Específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1.1. Plasticultura: Difusión de materiales plásticos en el sector Agropecuario	8
8.1.2. Propiedades de los Plásticos agrícolas	11
8.1.3. Propiedades Físicas	11
8.1.4. Propiedades Ópticas.....	12
8.1.6. Tipos de materiales de cubierta para invernaderos.....	14
8.1.7. Costo ambiental del uso de plásticos en agricultura.....	15
8.1.9. Reciclaje mecánico de plásticos agrícolas en desuso	18
8.2. Degradación de plásticos agrícolas.....	19
8.2.1. Degradación durante la vida útil.....	19
8.3. Biodegradación de plásticos agrícolas	22
8.4. Base legal ecuatoriana para la gestión de plásticos agrícolas usados.....	23
9. VALIDACIÓN DE PREGUNTAS CIENTÍFICAS	33
10. METODOLOGÍA (MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS).	34
10.1. Métodos	34
10.2. Técnicas.....	35
10.2.1. Ubicación de estudio	35

10.2.2.	Investigación de campo	36
10.2.4.	Encuesta	36
10.2.5.	Entrevista	37
10.3.	Tratamiento de la Información Obtenida	37
10.3.1.	Distribución espacial de utilización de películas plásticas agrícolas	37
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
11.1.	Distribución espacial de utilización de películas plásticas agrícolas en el cantón Latacunga	39
11.2.	Destinos finales de las películas plásticas agrícolas desechadas.....	48
11.2.1.	Cuantificación de volumen de agroplástico gestionado.....	48
11.2.2.	Factores de degradación y reducción de vida útil de los agroplásticos	49
11.2.3.	Destino de los Agroplásticos	51
11.2.4.	Procesos de gestión del agroplástico acopiado.....	53
11.3.2.	Certificación de buenas prácticas ambientales	58
11.3.3.	Competencias y entidades responsables de la gestión integral de desechos sólidos y/o especiales.....	60
11.3.4.	Autorización administrativa ambiental.	62
11.4.	Modelo de gestión sostenible de películas plásticas en desuso.....	64
11.4.1.	Estrategia de gestión residuos plástico en desuso.....	64
11.4.2.	Involucrados estratégicos	65
11.4.3.	Educación Ambiental estratégica.....	66
12.	IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS	68
12.1.	Impactos sociales	68
12.2.	Impactos Ambientales	68
12.3.	Impactos Económicos	69
13.	PRESUPUESTO.....	70
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
16.	ANEXOS	82
	ANEXO 1. ENCUESTA PARA IMPORTADORES, COMERCIALIZADORES Y USUARIOS .	82
	ANEXO 2. FORMATO DE ENTREVISTA PARA DETERMINAR EL DESTINO DE LAMINAS PLASTICAS EN DESUSO	84
	ANEXO 3. TRABAJO DE CAMPO.....	86
	ANEXO 3. AVAL DEL TRADUCTOR	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del Proyecto.	4
Tabla 2. Actividades y Sistema de Tareas en Relación a los objetivos propuestos	7
Tabla 3. Usos de los plásticos en agricultura.	9
Tabla 4. Usos de los plásticos en agricultura.	67
Tabla 4. Usos de los plásticos en agricultura.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tendencias en Agroplasticultura en el mundo	10
Figura 2: Ubicación geográfica del área de estudio	36
Figura 3: Vista aérea preliminar del área de estudio.....	41
Figura 4: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Pastocalle	42
Figura 5: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Tanicuchi	43
Figura 6: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Mulaló.....	43
Figura 8: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Joseguango Bajo.....	44
Figura 9: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Eloy Alfaro	45
Figura 10: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Poaló	45
Figura 11: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Toacaso	46
Figura 12: Distribución porcentual de área bajo cubierta plástica en el Cantón Latacunga	47
Figura 13: Cantidad de lámina plástica recolectada-reemplazada por parroquia.....	48
Figura 14: Cantidad de Agroplástico comercializado y reciclado por gestores especializados.....	49
Figura 15: Razones para reemplazo de cubiertas agroplásticas	50
Figura 16: Porcentaje de cumplimiento de Buenas Prácticas Ambientales por florícola en el área de estudio	52
Figura 17: Usos no recomendados de láminas de agroplásticos desechados.....	53
Figura 18: Acopio en la Empresa Plásticos Cotopaxi S.A.	54
Figura 19: Proceso de acopio en la empresa PQA	55
Figura 20: Banda de transporte y desgarrador de cubiertas plásticas recicladas.....	56
Figura 21: Proceso de lavado de agroplástico reciclado	57
Figura 22: Proceso de secado del agroplástico reciclado	57
Figura 23: Certificación de buenas prácticas ambientales que utilizan cubierta plástica bajo invernadero del cantón Latacunga.....	60
Figura 24: Diagrama de flujo para la gestión sostenible de tecno-fósiles agrícolas.....	64
Figura 25: Opciones para la gestión de tecno-fósiles agrícolas.....	65
Figura 26: Participantes estratégicos para la gestión integral de agroplásticos	66

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

“Destino ambiental de los tecno-fósiles agrícolas del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi en el periodo 2020-2021”

Fecha de inicio: octubre 2020

Fecha de finalización: agosto 2021

Lugar de ejecución: Cantón Latacunga-Cotopaxi Zona 3.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Equipo de Trabajo:

Tutor de titulación: MSc. Yenson Vinicio Mogro Cepeda

Estudiante: Juan Carlos Atiencia Chamorro

Lector 1: MSc. Catherine Donoso Quimbita

Lector 2: MSc. Joseline Ruiz.

Lector 3: Ph.D. Mercy Ilbay Yupa

Área de Conocimiento: Ambiente, Protección Ambiental

Línea de investigación: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

Sub líneas de investigación de la carrera: Sostenibilidad Ambiental

Sub líneas de vinculación: Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

2. INTRODUCCIÓN

Para Cearreta (2015), todos los plásticos han sido moldeados para fabricar artefactos de muy diferentes tipos cada uno de los cuales puede ser considerados como un potencial tecnofósil, es decir un fósil traza producido por los humanos. Según Inocente (2018), indique que: La utilización de los plásticos en agricultura comenzó en los 50 y continúa creciendo día a día. Los plásticos han permitido convertir tierras aparentemente improductivas en modernísimas explotaciones agrícolas, esto evidencia que al ritmo que vamos todo indica que el plástico será una de las huellas que dejaremos de nuestro paso por el planeta, ya que es un marcador biológico perfecto, es decir que nunca se degrada.

Con base en datos del Banco Mundial, el valor agregado de la agricultura en Ecuador correspondió a un 7.6% del PIB nacional en 2016 asegura González (2018), denotando la aceptación en los productos destinados a la aplicación de la plasticultura. De acuerdo con Calvache (2018), en la actualidad la ciudad de Latacunga, capital de la provincia de Cotopaxi, ubicada en la zona central de la región interandina del país declara una población aproximadamente de 207.228 habitantes, de los cuales corresponde 116.125 al área urbana (56,04%) y 91.103 al área rural (43.96%), distribuidos en una superficie de 138.630,60 km y dada su magnitud la gestión de sus residuos es de vital importancia, ya que su gran mayoría son compuestos de difícil degradación para el medio ambiente (Mendoza, 2017).

En el país el crecimiento de la plasticultura ha sido sobresaliente en la última década, alcanzando una tasa de 3.000ha en cultivos protegidos, además el consumo de agro plásticos con respecto a la producción agrícola bajo cubierta es de un 60% para el año 2017 a nivel Latinoamericano señala (Castellón Petrovich, 2017), miembro del Comité Iberoamericano para el desarrollo y Aplicación de los plásticos en la Agricultura. Según Mena (2020), se estima que la capacidad en la que se puede cultivar en la Provincia de Cotopaxi es por alrededor 278.230 (ha), que son destinadas a la actividad agrícola, no obstante, no se destaca información que describa el actual sistema. Dicho brevemente el contacto con fertilizantes, pesticidas, la exposición a los rayos (UV), y la acción del oxígeno presente en la atmósfera representan los principales motivos de degradación de películas plásticas, de tal modo que el contenido de pesticidas en el plástico resulta de gran interés, no solo porque permite identificar la peligrosidad de los residuos a tratar, sino que además resulta de importancia como paso previo al proceso de transformación.

3. JUSTIFICACIÓN

Las relaciones biosféricas entre la producción y el consumo de biomasa han sido resistentes a los cambios en el sistema terrestre durante miles de millones de años. Esta relación ha aumentado en su complejidad, desde ecosistemas localizados basados en la producción y consumo de microbios anaerobios, hasta una biosfera global fundada en la producción primaria a partir de fotoautótrofos oxigenados, a través de la evolución de Eukarya, metazoos y los ecosistemas de microbios, animales, hongos en red compleja y plantas que caracterizan a la edad Fanerozoica (últimos 541 millones de años). En la actualidad la especie *Homo sapiens*, está remodelando esta relación entre consumo y producción en la biosfera con consecuencias desconocidas.

Esto ha dejado una estratigrafía distintiva de la producción y consumo de biomasa, de recursos naturales y de bienes producidos. Esta huella se puede rastrear a través de tecnologías que registran una señal diacrónica de tecno-fósiles y bioturbación humana en todo el planeta, lo que lleva a señales estratigráficas casi isócronas que se desarrollaron a mediados del siglo XX. Según (Zalasiewicz et al., 2016), manifiesta que los marcadores estratigráficos casi-sincrónicos que pueden ser utilizados para identificar estratos antropocenos se encuentran los plásticos, que son materiales que han sido fabricados abundantemente y que se han convertido en un elemento importante e imprescindible de nuestras vidas y de la basura que producimos.

La creciente generación de residuos plásticos provenientes del sector horticultor, hace que el reciclaje de películas plásticas de invernadero resulte una alternativa factible para poder contribuir a la reducción de desechos destaca (Castro, 2018).

Es por ello, en la ciudad de Latacunga, la falta de conocimiento e incertidumbre sobre la degradación y destino ambiental de las cubiertas de los invernaderos se suma a que, por su contacto con fertilizantes, pesticidas y la exposición constante a los rayos ultravioletas, los tecno-fósiles sean considerados residuos sólidos peligrosos/especiales. De aquí la relevancia de la contaminación por residuos plásticos, que en condiciones favorables se preservan mejor y durante grandes lapsos de tiempos debido a las bajas temperaturas y la ausencia de luz ultravioleta, lo que contribuyen a la no degradación correcta o una disposición final adecuada.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. *Directos*

Los beneficiarios directos son precisamente todos los sectores del cantón Latacunga dedicados a la aplicación de los materiales plásticos en sus invernaderos, fomentando la protección ambiental, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, promoviendo el uso racional de los materiales.

4.2. *Indirectos*

Los beneficiarios indirectos son en general los ecuatorianos que desarrollan un desinterés en sistemas de gestión sostenible con respecto al uso de materiales plásticos en la agricultura, así como en sus posibles usos aportando al mejoramiento de su competitividad y la salud ambiental.

Tabla 1. Beneficiarios del Proyecto.

BENEFICIARIOS DIRETOS		BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
Población de la Provincia de Cotopaxi		Habitantes del cantón Latacunga	
Hombres:	198.625	Hombres:	82.301
Mujeres:	210.580	Mujeres:	88.188
Total:	409.205	Total:	170.489

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Juan Atencia (2021).

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Por volumen y distribución, los marcadores más importantes y perdurables de la influencia humana en el planeta serán probablemente el "sistema de rastros fósiles", los restos de ciudades, edificios, carreteras, aeropuertos y sus paisajes alterados: las "madrigueras" y las "intrusiones" de las actividades de construcción y minería humana subterráneas, y los diversos depósitos de nuevos "minerales antropógenos" como metales puros y aleaciones, ladrillos, hormigón, escorias, polímeros y plásticos.

Una vez incorporados en el ambiente e incorporados en los perfiles sedimentarios, estos restos de "la tecnosfera" tienen el potencial de perdurar en una nueva capa sedimentaria como tecno-fósiles (Dibley, 2018).

Según datos del Banco Mundial, el valor agregado de la agricultura en Ecuador correspondió a un 7.6% del PIB nacional en 2016 (Mira, 2018). En Ecuador, la agroplasticultura se inició con la primera explotación florícola en 1960, pero fracasó al poco tiempo. En 1980, la empresa Rosas del Ecuador S.A inició la época de oro de la floricultura ecuatoriana y hoy Ecuador es el primer productor de rosas para exportación del mundo, con 3.000 ha (Castellón, 2021).

La utilización de elementos plásticos, entre los que se incluyen bolsas, cintas, coberturas y mangueras, en la agricultura y su deshecho inadecuado, se traduce en la contaminación ambiental del agroecosistema local, considerando su vida útil, de su positiva o negativa biodegradabilidad y de su posible costo ambiental.

En este estudio se registra la superficie agrícola con cubierta plástica en el cantón Latacunga y se plantea la trazabilidad del destino final de los tecnofósiles locales. El problema de investigación se define como "Desconocimiento del destino ambiental de las películas plásticas usadas en producción agrícola bajo cubierta en el cantón Latacunga".

6. OBJETIVOS

6.1.1. Objetivos General

Analizar el destino ambiental de las películas plásticas usadas en producción agrícola bajo cubierta en el cantón Latacunga.

6.1.2. Objetivos Específicos

- 6.2. Determinar la distribución espacial de utilización de película plástica agrícola en el cantón Latacunga.
- 6.3. Identificar los procesos actuales para la disposición final de las películas agrícolas desechadas
- 6.4. Definir una propuesta de gestión sostenible de películas plásticas agrícolas desechadas, bajo la normativa ambiental ecuatoriana vigente.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2. Actividades y Sistema de Tareas en Relación a los objetivos propuestos

Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
OE1. Determinar la distribución espacial de utilización de películas plásticas agrícolas en el Cantón Latacunga.	Elaborar mapas de distribución y área de cubiertas plásticas.	Análisis de información geoespacial	Mapas clasificado de cobertura
	Cuantificar el volumen mensual de lámina plástica comercializada	Encuesta aplicada a comercializadores (importadores)	Datos tabulados, gráficos
	Establecer el tiempo de vida útil de las láminas de plástico	Encuesta a comercializadores y usuarios	Matrices y gráficos
OE2. Identificar los destinos finales de las películas plásticas agrícolas desechadas.	Determinar la frecuencia de recambio de cubierta plástica	Desarrollo de entrevistas	Matrices y gráficos
	Describir los procesos de gestión de las películas plásticas desechadas	Aplicación de encuestas	Matrices y gráficos
	Detallar los destinos de las cubiertas plásticas en desuso	Aplicación de encuestas	Matrices y gráficos
OE3. Sugerir mecanismos de gestión sostenible de películas plásticas agrícolas desechadas.	Revisar la legislación nacional y local correspondiente	Investigación bibliográfica	Documento
	Compilar los mecanismos de gestión aplicados	Desarrollo de entrevistas	Documento
	Plantear un modelo de gestión sostenible de láminas plásticas desechadas	Desarrollo de modelo de gestión	Documento

Elaborado por: Juan Atencia (2021).

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1.1. *Plasticultura: Difusión de materiales plásticos en el sector Agropecuario*

El término "plástico" deriva de la palabra griega "plastikos", que significa que es adecuado para modelar. Se refiere a maleabilidad o plasticidad del material durante la fabricación, lo que permite moldearlo, prensarlo o extruirlo en una variedad de formas como láminas, fibras, platos, tubos, botellas, latas y muchas más. El uso de plástico ha aumentado en la agricultura desde la década de 1950 cuando los agrónomos descubrieron que el uso de polietileno. La película controla y modera la temperatura del suelo, previene su secado y al mismo tiempo limita el crecimiento de malezas, todo de los cuales contribuyen a una mayor producción a menores costes (Tudor et al., 2019).

Los plásticos comenzaron a usarse por primera vez en Estados Unidos en 1948 cuando los agricultores optaron por los invernaderos de celofán, y los japoneses comenzaron a usar PVC. Desde entonces, el uso de este tipo de plásticos se ha vuelto cada vez más común en muchos países, lo que lo convierte en una alternativa mucho más barata y práctica al vidrio utilizado para cubrir invernaderos o papel y paja utilizado como mulch (Espí, 2006).

Al mismo tiempo, este descubrimiento ha jugado y juega un papel muy importante en la economía, porque, con el crecimiento de la población, la necesidad de alimentos también ha crecido, creando así una verdadera industria del plástico. Por ejemplo, el uso de la lámina de mulch plástico registró un aumento del 69% en 2019 en comparación con 2012. Sin embargo, como las cosas buenas no duran para siempre, el uso intensivo de polietileno en la agricultura daña el suelo, liberando toxinas que pueden durar cientos de años y al mismo tiempo liberar ésteres ácidos de ftalato cancerígenos que son absorbido en el suelo, presentando un riesgo considerable para la salud humana (Srinidhi & Nazareth, 2018).

Los residuos de polietileno que quedan en el suelo crean el fenómeno denominado contaminación blanca. La plasticultura, que representa el uso de materiales plásticos en la agricultura, está presente en forma de estanques agrícolas, invernaderos, solariums, túneles, instalaciones de microrriego como riego por goteo y aspersores, film acolchado de plástico y cajas de plástico (Tudor et al., 2019).

Para ser más competitivos en el mercado actual, los productores de frutas y hortalizas siempre están buscando soluciones para obtener, en primer lugar, una alta calidad y, en segundo lugar, una producción más temprana que la que se produciría en un sistema tradicional. La plasticultura, que combina varios usos de plástico, llevado al logro de los objetivos antes mencionados por cada vez más productores. Los plásticos tienen varias aplicaciones en la agricultura (Tabla 1).

Tabla 3. Usos de los plásticos en agricultura.

PELÍCULAS DE CULTIVO PROTEGIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Invernadero y túnel • Túnel bajo • Acolchado • Películas para semilleros • Revestimiento directo • Cubriendo viñedos y huertos
REDES	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-granizo • Anti-pájaro • Rompe-viento • Sombreado • Redes para recolección de aceitunas y frutos secos
EMBALAJE	<ul style="list-style-type: none"> • Sacos de fertilizante • Latas de agroquímicos • Contenedores • Tanques para almacenamiento de líquidos • Cajas
TUBERÍAS, RIEGO / DRENAJE	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de agua • Revestimiento de canales • Cintas y tuberías de riego • Tuberías de drenaje • Micro-irrigación • Goteros
OTROS USOS	<ul style="list-style-type: none"> • Películas de ensilaje • Películas de fumigación • Hilos de pacas • Envoltorios de balas • Macetas de guardería • Cuerdas y cordeles

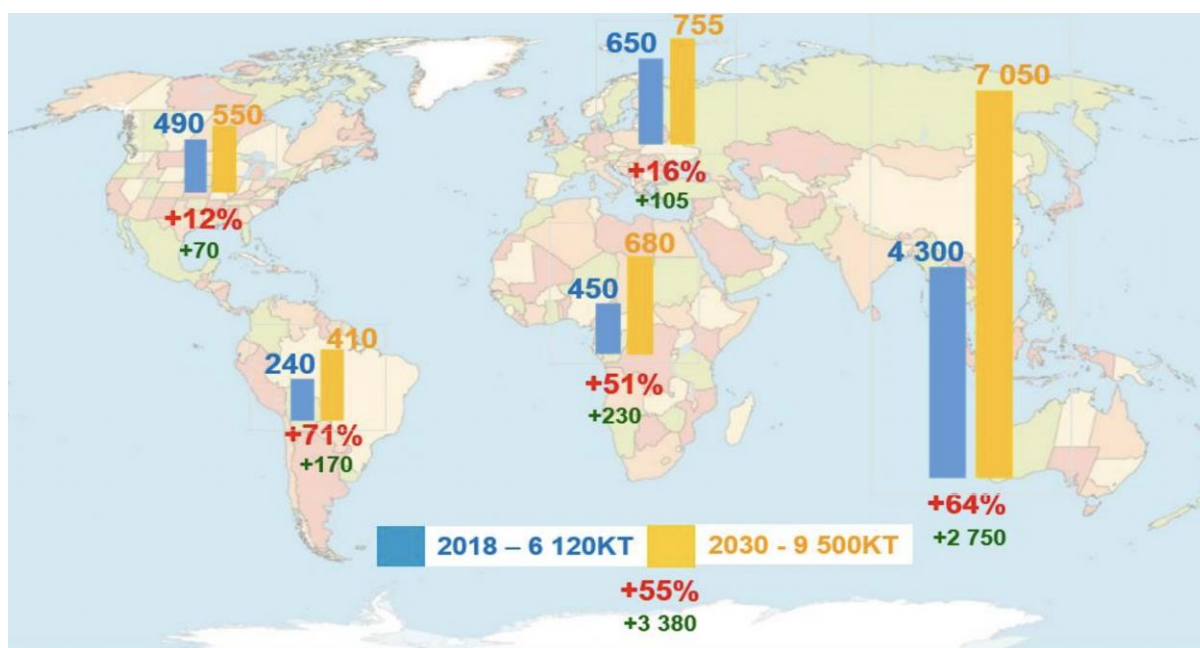
Elaborado por: Juan Atencia (2021).

A nivel mundial, la plasticultura registra los valores más altos en Asia y las tendencias están aumentando para el próximo período, por lo que a nivel de 2018 se registró el valor de 4300 KT y para el 2030 se estima que se alcanzará el valor de 7050 KT, lo que representa un crecimiento del 64%. Al mismo tiempo, a nivel de Europa, incluso si la plasticultura no tiene un uso tan elevado en comparación con la región asiática, en 2018 el valor fue de 650 KT y el incremento hasta 2030 será de 105 KT, lo que representa un incremento del 51%.

La figura 1 muestra las tendencias mundiales del uso de plásticos en agricultura. América Latina muestra el mayor incremento proyectado para el uso de plásticos, lo que agrava la situación de la liberación de estos tecno-fósiles al ambiente, considerando las precarias normativas para el reciclaje y disposición adecuada (Tudor et al., 2019).

Lamentablemente, debido a la falta de una política coherente de recolección de residuos plásticos, malas prácticas como la quema o el entierro siguen siendo hoy la principal forma de eliminarlos.

Figura 1. Tendencias en Agroplasticultura en el mundo



Fuente: (Tudor et al., 2019).

Para ayudar a los agricultores, en Europa, como en muchas otras regiones del mundo, las autoridades públicas están tratando de reducir la cantidad de residuos mediante el desarrollo de un sistema de reciclaje viable y la limitación de la eliminación o exportación de residuos.

8.1.2. *Propiedades de los Plásticos agrícolas*

8.1.3. Propiedades Físicas

La elección de un determinado material de cubierta influirá en el tipo de estructura del invernadero, es decir, determinará el peso que debe soportar la estructura por tanto el espacio que debe haber entre pilares, barras de soporte, correas, distancia entre canal y cumbrera y forma del techo (Espí, 2006).

- **Peso.** Los filmes de plástico tienen poco peso lo que reduce su exigencia en la resistencia de las estructuras portantes, y por tanto aumenta la uniformidad de la luz en el interior al reducir el sombreado. Los materiales rígidos además de un peso mayor acostumbran a tener un tamaño más reducido con lo cual requieren un mayor número de soportes, lo que influirá también en una menor estanqueidad.
- **Densidad.** Se refiere a la sobre la cristalinidad de los polímeros. Ésta modifica la flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero. Una densidad baja facilita la manipulación y el transporte unido a un menor precio.
- **Espesor.** Las unidades de medida generalmente utilizados para vidrio y plásticos rígidos, y micras (μ) o galgas para los filmes, 100 μ equivalen a 400 galgas. (1 mm = 1000 μ). En filmes el espesor recomendado para proteger el cultivo en las bajas temperaturas es de 200 - 800 galgas.
- **Resistencia.** Debe presentar resistencia a la rotura, especialmente en zonas de granizo, nieve o viento, así como resistencia a la deformación por altas temperaturas, y resistencia a la rotura por bajas temperaturas.
- **Envejecimiento físico.** El envejecimiento de los materiales utilizados como cubierta en invernadero viene determinado por la degradación de sus propiedades físicas, radiométricas y mecánicas. El seguimiento de la degradación física de los materiales se puede realizar regularmente por una simple observación que revele la aparición de desgarraduras en láminas plásticas y mallas de sombreado, desprendimiento de la capa de aluminio en pantallas térmicas, fractura de la muestra en materiales rígidos, etc.
- **El Envejecimiento Radiométrico.** Se refiere a la reducción de la capacidad de transmitir la luz solar al interior del invernadero. Para determinar los cambios en la transmisión

de luz de un material, debidos a la acción de los rayos solares, es medir periódicamente la radiación fotosintética activa (PAR) comprendida entre 400 y 700 nm. Esta longitud de onda es primordial para las plantas, ya que condiciona su rendimiento. Esta medida hecha tanto al aire libre como bajo el material de cubierta, informa de las variaciones en la capacidad de éste para transmitir el máximo de luz.

La degradación de los polímeros utilizados en la agricultura se debe principalmente a la radiación en la región ultravioleta. Recientemente se ha generado una evolución en los aditivos plásticos aplicados con el fin de mejorar esta degradación en condiciones ambientales severas, pero adicionalmente estos no disminuyen las propiedades mecánicas de los plásticos. Paralelamente al crecimiento de la industria de las poliolefinas, se ha mejorado el rendimiento de los aditivos, especialmente en el bloqueo del infrarrojo cercano, los antioxidantes y el área del estabilizador de luz, ya sea mediante nuevas estructuras químicas o mediante los efectos sinérgicos. La tendencia de los aditivos innovadores es mantener las propiedades de los polímeros y extender la vida útil, gracias a los nuevos desarrollos en la producción de plásticos (Delgado et al., 2011).

8.1.4. Propiedades Ópticas

La transmisión de la radiación solar o transmitancia, es la propiedad de los materiales de dejar pasar la radiación solar, y se expresaría como la relación entre la radiación en el interior del invernadero y la medida simultáneamente en el exterior. La transmisión depende del ángulo de incidencia de la cubierta. El uso de varios compuestos poliméricos como materiales de cobertura para películas de invernadero o agrícolas está creciendo a nivel mundial porque puede mejorar la calidad y el rendimiento del producto al proteger las plantas de los cambios climáticos extremos, optimizando las condiciones de crecimiento, extendiendo la temporada de crecimiento y reduciendo las enfermedades de las plantas. Al permitir la exposición solar de invernadero que permite que la radiación ultravioleta, visible e infrarroja cercana pase a través de las cubiertas del invernadero, podría provocar un aumento de la temperatura dentro del invernadero. La energía térmica podría acumularse dentro del invernadero durante el día y volverse a emitir al entorno durante la noche, lo que conduciría a una condición térmica estable que proporcionaría un crecimiento constante para las plantas que crecen dentro del invernadero. En los procesos de composición para la preparación de la película del sitio compuesto, se emplean varios aditivos y agentes estabilizantes para proporcionar las aplicaciones deseadas, incluida la prevención de la oxidación térmica, la decoloración en el proceso de fusión y la

mejora de la estabilidad frente al calor y la luz a largo plazo. La selección de aditivos y el proceso de composición depende de las aplicaciones finales de los productos compuestos de polietileno (Charinpanitkul et al., 2007).

8.1.5. Propiedades térmicas y comportamiento térmico

La capacidad de protección contra el frío de un material depende por un lado de su transmitancia para la radiación IR larga, y por otro de las pérdidas por conducción y convección a su través. En condiciones estables en laboratorio se mide un coeficiente K global de pérdidas caloríficas, que expresa el conjunto de pérdidas radiantes, convectivas y conductivas, y que permite comparar unos materiales con otros. La radiación solar de onda corta tiene dos influencias principales sobre el crecimiento de los cultivos: la radiación fotosintéticamente activa (0.4 a 0.7 μm) es necesaria para la fotosíntesis, que es el proceso básico para la producción de cultivos, mientras que el resto del espectro solar es el principal factor que afecta la transpiración de los cultivos. Cuando se considera un ecosistema de invernadero, la radiación de onda corta juega un papel adicional en el balance energético general del sistema de invernadero, es decir, el balance energético de la construcción (partes estructurales y cubierta), y también el balance energético del suelo cubierto y el cultivo.

El nivel de radiación dentro de un invernadero depende principalmente de la transmitancia del material de cubierta, pero también del tipo y orientación del invernadero. El conocimiento de las características de transmisividad de la radiación de un material de cobertura de invernadero es importante al evaluar los beneficios potenciales de diferentes materiales porque se sabe que las pequeñas diferencias en la transmisividad solar pueden tener un efecto significativo en el crecimiento de los cultivos. Se ha demostrado que un aumento del 1% en la radiación fotosintéticamente activa (PAR) aumenta los rendimientos de tomate de temporada larga en aproximadamente un 1%, es decir, una proporcionalidad entre el rendimiento de tomate y la recepción de radiación solar en latitudes altas.

La calidad de la radiación que el material de cobertura permite que ingrese al invernadero es importante para evaluar su influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las propiedades de los materiales de cobertura también pueden influir en la extensión de las enfermedades de los cultivos al bloquear la radiación ultravioleta, ya que algunas películas plásticas absorben la radiación ultravioleta necesaria para la esporulación de varios hongos (Papadakis et al., 2000).

8.1.6. Tipos de materiales de cubierta para invernaderos

La importancia del material de cobertura en un cultivo bajo invernadero estriba en que constituye el agente modificador del clima natural de la zona en donde se vaya a construir el invernadero. La elección del material de cobertura dependerá de una serie de criterios o indicadores, que, interaccionados entre sí, ayudarán al agricultor en la elección del material apropiado. Estos indicadores se pueden resumir en respuesta agronómica debida al material empleado (precocidad, producción y calidad), propiedades ópticas, térmicas y mecánicas del material de cubierta, estructura del invernadero, anclaje o sujeción del plástico.

El material ideal sería el que cumpliera los requisitos siguientes: buen efecto de abrigo, gran retención de calor, gran rendimiento térmico, gran transparencia a las radiaciones solares, gran opacidad a las radiaciones infrarrojas largas emitidas por suelo y planta durante la noche. Son materiales sintéticos, compuestos generalmente por moléculas orgánicas con un elevado peso molecular. Son termoplásticos, es decir, permiten ser sometidos a diferentes ciclos térmicos pudiendo ser fundidos y solidificados tantas veces como sea necesario. Son materiales ligeros, de fácil transporte y manipulación (Scarascia et al., 2012).

Infoagro (2021), indica que los materiales utilizados para la cubierta transparente de invernaderos incluyen los siguientes:

Policloruro de vinilo (PVC). Es un material rígido que mediante plastificantes se consigue transformar en flexible. Las láminas se fabrican por calandrado lo que limita el ancho de la lámina a 2 m, llegando hasta 8 m mediante sucesivas soldaduras. Su densidad es de 1250 – 1500 kg/m³, siendo más pesado que el PE. Su resistencia al rasgado es muy baja, por lo que requiere de estructuras poco agresivas que mantengan bien sujeta la película. También se le añaden antioxidantes, estabilizantes y absorbentes UV. Transmite la luz visible en porcentajes elevados, pero con baja dispersión. Su elevada electricidad estática hace que el polvo se adhiera fácilmente, restándole transmisividad. Su elevado contenido en cloro le proporciona un buen efecto barrera al IR. El PVC envejece más lentamente que el PE; la degradación o envejecimiento del PVC se traduce en pérdidas de transparencia, coloración de la lámina y fragilidad a la rotura (Infoagro, 2021).

El envejecimiento o degradación del PVC es debido a cambios químicos producidos por el calor y la luz en presencia del oxígeno; también se debe a que el plastificante se disuelve. Hay algunos microorganismos que viven a expensas de los carbonos de los plastificantes. La duración de estos materiales depende del tipo de plastificante empleado en su fabricación y la clase de PVC; el flexible tiene menos duración que el armado y, a su vez, éste dura menos que las placas rígidas. Se estima su duración entre 2 ó 3 años para láminas flexibles, siendo superior a 6 años para láminas rígidas (Maraveas, 2020).

Polietileno (PE). Es el plástico flexible más empleado actualmente para forzado de cultivos en invernaderos, túneles y acolchado. Esto se debe principalmente a su bajo precio, a sus buenas propiedades mecánicas, y a la facilidad para incorporar aditivos que mejoran sus prestaciones. El PE junto al polipropileno (PP) y al PVC, son los termoplásticos de más consumo. Es un derivado de la hulla y del petróleo y se obtiene mediante la polimerización del etileno utilizándose en su fabricación varios procesos y sistemas catalíticos.

La mayor parte del PE para invernaderos se fabrica por el proceso de alta presión y catálisis de radicales libres mediante peróxidos. Atendiendo a su densidad los PE se clasifican en: Baja densidad: $< 930 \text{ kg/m}^3$. Media densidad: $930 - 940 \text{ kg/m}^3$. Alta densidad: $> 940 \text{ kg/m}^3$. Para la cubierta de invernaderos se utiliza sólo el de baja densidad (baja cristalinidad) y alto peso molecular (bajo índice de fluidez). Una de las características del PE es que su alargamiento en el punto de rotura es cercano al 500 %. Un material se considera degradado cuando su alargamiento se ha reducido en un 50 % de su valor inicial. El PE se degrada por la radiación UV y el oxígeno, por lo que la exposición permanente a la intemperie provoca su rotura al perder las propiedades mecánicas (Espí, 2006).

8.1.7. Costo ambiental del uso de plásticos en agricultura

En su mayoría, el plástico proviene del petróleo y se estima que entre un 5 y 7% de la producción mundial de este recurso es destinado a la producción de este material. Para producir un kilo de plástico se requieren dos kilos de petróleo. El plástico es un material inorgánico que tiene alta durabilidad. Se calcula que puede tardar entre 100 y 1000 años para degradarse, dependiendo del tipo de plástico (Hannequart, 2004).

Los impactos no pueden ser valorados de acuerdo a criterios económicos exclusivamente; no obstante, existe un desconocimiento de la resiliencia, regeneración y recuperación de los ecosistemas afectados por los residuos plásticos. A nivel mundial, el principal impacto ambiental de estos residuos es la contaminación de los océanos. Se han encontrado cantidades substanciales contaminando los hábitats marinos, desde costas remotas inhabitadas hasta costas altamente pobladas y áreas profundas del océano (Thompson et al., 2009).

En el caso de los rellenos sanitarios, los aditivos y los elementos constitutivos pueden ser liberados e introducidos al ambiente. No todos los residuos plásticos son perceptibles a la vista, pues se desintegran por las condiciones de exposición al sol y lo que se detecta son los fragmentos de este material. Los diferentes sitios de disposición final generan principalmente emisiones gaseosas y descargas líquidas, conocidas como lixiviados. Estas descargas están compuestas por grandes concentraciones de materia orgánica e inorgánica, incluso contienen metales pesados, sales inorgánicas, entre otros componentes. Por tal razón se debe manejar de una forma cuidadosa y eficaz, ya que son de carácter migratorio, sino se tiene un control adecuado, se puede tener una contaminación en aguas subterráneas, aguas superficiales, acuíferos y suelo. El principal factor que aumenta el volumen de lixiviados es la filtración del agua lluvia que fluye por los residuos que se encuentran en la celda (Coba et al., 2020).

El PVC también ha sido cuestionado por sus impactos en la salud humana y en el ambiente. Para obtener el cloruro de polivinilo, se requiere gas de cloro, usando el 40% de la producción mundial del mismo, unos 16 millones de toneladas. El PVC es el responsable del mayor volumen de producción de organoclorados, una clase de químicos que están siendo analizados desde la última década, por sus severos riesgos. En el caso de la quema de plásticos, los principales productos de la combustión del PVC en aire son cloruro de hidrógeno (HCl), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), agua y una gran variedad de compuestos orgánicos, entre los que destacan los hidrocarburos aromáticos y alifáticos, incluyendo compuestos organoclorados. Las proporciones cuantitativas de estos gases dependen de las condiciones en que se produce la pirólisis, en especial de la presencia o ausencia de oxígeno.

No obstante, cabe destacar que el HCl es el componente mayoritario producido en la descomposición térmica del PVC. La toxicidad de los gases de combustión del PVC se debe fundamentalmente a su contenido en CO y HCl. Este último compuesto, además de ser un irritante pulmonar y del tracto respiratorio superior, tiene efectos corrosivos sobre los metales y componentes electrónicos, debidos al carácter ácido fuerte del HCl, que son conocidos desde hace tiempo (Climent & Pérez, 1996).

8.1.8. Reciclaje de plásticos agrícolas

Se han desarrollado, a nivel mundial, diferentes técnicas para reciclar los residuos plásticos. Aunque, se debe recordar que el reciclaje de plásticos tiene restricciones, dentro de las limitaciones, se encuentra que no todos los plásticos son reciclables. No solamente los elastómeros y los termorígidos presentan restricción, incluso, los termoplásticos pueden no ser reciclados si están tan contaminados, que es más costoso limpiarlos que botarlos. Tras analizar el proceso de sorción (retención de una sustancia por otra cuando están en contacto) de los 38 principios activos de 17 insecticidas, 15 fungicidas y 6 herbicidas comúnmente usados con acolchado plástico con los tres tipos de plásticos se vio cómo los plásticos bio tienen un mayor porcentaje de sorción de pesticidas. De media, el porcentaje de sorción fue de 23% en LDPE y PAC y del 50% en Bio. La descomposición de las sustancias activas en presencia de plástico fue un 30% menor que cuando no hay plástico de por medio (Wang et al., 2020).

En comparación con las películas de suelo de polietileno (PE) agrícola prístino, las películas de suelo de polietileno agrícola (APE) envejecido, y sus microplásticos (MP), tienen una superficie más rugosa, más grietas y tienen algunos grupos funcionales que contienen oxígeno que los hace adsorber contaminantes orgánicos, como pesticidas más fácilmente. Esto puede ser más dañino para los seres humanos que los plásticos marinos, ya que las películas del suelo agrícola están más cerca de nuestro entorno de vida. Los MP de APE pueden ser un mejor vector para la mayoría de los plaguicidas hidrofóbicos que los MP prístinos en el campo agrícola, y se debe prestar más atención al problema de las películas y los residuos de plaguicidas en el suelo de las tierras agrícolas (Lan et al., 2021).

El mercado del reciclaje no procesa material reciclable cuando es poco atractivo económicamente, ya que los diferentes tipos de plásticos requieren un conocimiento especializado para su correcta separación.

Además, la variedad de plásticos no permite obtener cantidades significativas de algunos tipos, por lo que no se pueden reducir los costos de procesamiento por unidad, haciendo no rentable el reciclaje de ciertos plásticos. A nivel mundial, la industria ha desarrollado diferentes tecnologías y alternativas para que el plástico acelere su proceso de degradación y se biodegraden. La biodegradación consiste en degradar un material con hongos, bacterias y otros microorganismos, para obtener dióxido de carbono, metano, compuestos inorgánicos, agua y biomasa. Los polímeros se convierten en biodegradables en ambientes aerobios, como el compostaje o en el agua o en ambientes anaerobios, como en los rellenos sanitarios. En condiciones aeróbicas, el carbono es oxidado biológicamente a dióxido de carbono, liberando energía, que es aprovechada por los microorganismos. Bajo condiciones anaerobias, se produce CO₂ más metano. La biodegradación que se da en los rellenos genera emisiones de metano que contribuyen al cambio climático (Zenner de Polania & Peña Baracaldo, 2013).

8.1.9. Reciclaje mecánico de plásticos agrícolas en desuso

El reciclaje mecánico es el proceso por el cual el residuo plástico proveniente de la post industria o el post consumo son separados en la fuente, recolectados selectivamente, acondicionados y/o transformados en nuevas materias y productos plásticos, además, es el que tiene lugar dentro del mismo proceso en que se genera el residuo como una alternativa de valorización conducente a preservar el valor intrínseco de los residuos plásticos, por ende, hace referencia al reciclaje de materiales plásticos industriales y se lleva a cabo normalmente mediante la reincorporación al proceso de fabricación del material plástico recuperado, que permite obtener un producto con desempeño equivalente al producto original elaborado con resina virgen. Esta técnica es una de las más utilizadas ya que su implementación no genera elevado gasto económico.

8.1.10. Reciclaje mecánico de plásticos agrícolas en desuso

Es el tratamiento de residuos plásticos mediante procesos bioquímicos o físico-químicos para convertirlos nuevamente en sustancias químicas básicas aprovechables o en combustibles. Los tipos de reciclaje químico son pirólisis, hidrogenación y gasificación.

La pirólisis es la descomposición térmica, en ausencia de oxígeno, a temperaturas comprendidas entre 400 y 800°C, en estas condiciones, no arde, pero libera sus constituyentes

petroquímicos, dando lugar a un gas natural para uso doméstico, además la pirólisis se puede aplicar a casi todos los plásticos, siempre que las impurezas no pasen del 20%.

En la hidrogenación los plásticos son tratados con hidrógeno, en ausencia de oxígeno, a altas temperaturas, y las cadenas que conforman la estructura del plástico se rompen y se producen productos más ligeros que se pueden usar en refinerías y en las plantas químicas.

La gasificación consiste en calentar los plásticos con aire u oxígeno y como resultado obtener un gas de síntesis, compuesto por monóxido de carbono e hidrógeno, que puede ser utilizado para la producción de metanol o amoníaco y que incluso se puede utilizar como agente reductor en los hornos de producción de acero.

8.2. *Degradación de plásticos agrícolas*

8.2.1. Degradación durante la vida útil

La degradación de un plástico en general se define como un cambio perjudicial en su apariencia, propiedades mecánicas, físicas y estructura química. Es importante distinguir entre el inicio del proceso de degradación (comenzando en la extrusora, a temperaturas de alrededor de 200 ° C, pero controladas) y su manifestación durante su vida útil. El proceso de degradación se retrasa y daña de forma inactiva el plástico mediante un equilibrio especial de inhibidores diseñados para la aplicación específica y la esperanza de vida prevista del plástico. El calor, la radiación ultravioleta y el estrés pueden acelerar el proceso de degradación del material. La degradación de los plásticos agrícolas durante su vida útil se debe a una combinación de factores (principalmente radiación UV) y puede controlarse, en cierta medida, mediante el uso de aditivos adecuados (Kyrikou & Briassoulis, 2007).

8.2.2. Degradación después de la vida útil

La mayor degradación del plástico agrícola envejecido (es decir, los desechos plásticos agrícolas) después de su vida útil está directamente relacionada con las diversas opciones de eliminación.

En cualquier caso, la degradación de los residuos plásticos agrícolas no debe resultar en la contaminación del suelo y la contaminación del medio ambiente (incluida la contaminación estética) y la seguridad de los productos agrícolas (Luz et al., 2013).

Describir la degradación de los plásticos, medirla y controlarla es complicado por tres factores principales:

(i) Mecanismos: Los plásticos pueden degradarse y de hecho se degradan por muchas rutas, consecutiva o simultáneamente. Los plásticos pueden fragmentarse mediante fuerzas físicas.

La fragmentación a menudo juega un papel importante en las primeras etapas de degradación y puede ser provocada por fuerzas físicas de naturaleza mecánica. Pueden ocurrir cambios químicos dentro del plástico y pueden comenzar con la degradación abiótica. La degradación química ocurre a través de reacciones del plástico con agroquímicos u otros químicos. La degradación provocada por reacciones químicas generalmente implica la escisión de la cadena, es decir, la fragmentación de las cadenas del polímero. La erosión superficial puede ser el resultado de la escisión de la cadena resultante de la hidrólisis química. En algún momento, algunos plásticos específicos pueden ser atacados eficazmente por microorganismos: el inicio de la biodegradación. Por lo general, se considera que la biodegradación consiste tanto en hidrólisis catalizada por enzimas como en hidrólisis no enzimática (Luz et al., 2013). Otra vía de degradación de los polímeros sintéticos se da por radiación electromagnética, como radiación ultravioleta y radiación gamma. La energía contenida en las ondas que chocan con el plástico deteriora el material, causando cambios físicos en el mismo, y de esta manera, acelerando el proceso de oxidación. Este fenómeno es común en las cubiertas plásticas utilizadas en invernaderos, las cuales están fabricadas de polietileno de alta densidad. La constante exposición a la radiación solar deteriora las cubiertas, a tal punto que deben ser reemplazadas cada 2 años aproximadamente (Arias, 2018).

La degradación enzimática puede ser llevada a cabo por enzimas extracelulares presentes en el entorno de los microorganismos o por enzimas intracelulares. Ambos dan como resultado la escisión de la cadena mediante la cual las cadenas de polímero se escinden en segmentos más pequeños. Las enzimas pueden ser endoenzimas, que escinden los enlaces internos dentro de la cadena, o exoenzimas, que escinden las unidades de monómero terminal de forma secuencial.

Las endoenzimas rompen los enlaces de la cadena interna al azar, lo que da como resultado una rápida disminución del peso molecular; La escisión secuencial de los segmentos terminales conduce a cambios inmediatos menos dramáticos en el peso molecular. En algunas condiciones, los microorganismos contribuyen a la degradación de los polímeros a través de la ingestión, masticación y excreción. Todas estas vías son vías potenciales para la degradación de polímeros (Kyrikou & Briassoulis, 2007).

(ii) Condiciones ambientales: La forma en que se produce la degradación de los polímeros en un caso específico depende del entorno al que están expuestos los plásticos durante su vida útil y del entorno al que se eliminan los desechos de polímeros posteriormente. La cinética de la degradación del polímero depende de si el ambiente es aire seco, aire húmedo, suelo, un vertedero, un ambiente de compostaje, aguas residuales, agua dulce o un ambiente marino. Cada ambiente tiene su propio perfil de concentración característico de factores importantes: oxígeno, agua, otras sustancias químicas, luz del día y microorganismos degradantes. De acuerdo con la naturaleza del entorno, puede haber un mecanismo relativamente más eficaz o menos eficaz mediante el cual puede producirse la degradación. En un ambiente puede estar disponible un mecanismo de degradación muy eficiente, mientras que en otro ambiente el mismo mecanismo podría no estar disponible en absoluto por falta de condiciones apropiadas. También de acuerdo con la naturaleza del medio ambiente, puede haber una concentración mayor o menor de productos químicos que reaccionan con el plástico durante el proceso de degradación. Más específicamente, los factores ambientales que afectan la tasa de degradación debida a los microorganismos, que es el valor de la biodegradación, incluyen la temperatura, el nivel de humedad, la presión atmosférica y la presión de oxígeno, las concentraciones de ácidos y metales y el grado de exposición a la luz los factores relacionados con los microorganismos incluyen su concentración, tengan o no enzimas para las que el polímero es sustrato, la concentración de enzimas, la presencia de oligoelementos para los microorganismos y la presencia de inhibidores o depredadores. Para (Besen et al., 2017) los residuos sólidos son sustancias, objetos materiales o elementos que pierden el valor de aprecio o uso para quienes lo generan y por tal motivo deciden descartados; sin embargo, para otros todavía los residuos tiene vida útil. Si alguno de los elementos requeridos está ausente, o si está presente en un nivel que cae por debajo de un umbral crítico, la biodegradación no solo puede disminuir sino que puede detenerse por completo hasta que las condiciones adecuadas vuelvan a estar presentes (Arias, 2018).

(iii) Composición del polímero: Independientemente del entorno, el mecanismo y la velocidad de degradación, este proceso también depende de la composición química del polímero. En particular, la tasa de biodegradación posible depende de las características de los polímeros porque el polímero es el sustrato de las enzimas. Un factor que determina la degradabilidad o biodegradabilidad de un polímero es la naturaleza de los enlaces químicos que están presentes. La estructura química de las poliolefinas contiene sólo un enlace simple carbono-carbono en su columna vertebral. Esa característica los hace particularmente resistentes a la degradación. Además, los enlaces simples carbono-carbono de las poliolefinas las hacen hidrófobas. Por tanto, no son susceptibles de degradación hidrolítica. Pueden degradarse a través de mecanismos oxidativos, pero no con mucha facilidad, mientras que el procesamiento aumenta su resistencia. Además, es bien sabido que se añaden antioxidantes para aumentar su estabilidad frente a diversos mecanismos de degradación. Además de la naturaleza de los enlaces químicos que están presentes, los detalles de la ramificación de la cadena e incluso la estereoquímica (la disposición espacial detallada de átomos y enlaces) también son importantes, porque las enzimas son a menudo específicas para atacar un tipo particular de ramificación de cadena y una estructura particular. El peso molecular del polímero y el grado de flexibilidad de la cadena también pueden ser importantes.

La morfología del polímero también es importante, incluida la extensión de la superficie y el grado de cristalinidad. El grado de cristalinidad es importante en el caso de poliolefinas porque el oxígeno no entra fácilmente en las regiones cristalinas, ya que son impermeables al oxígeno. La oxidación de poliolefinas ocurre principalmente en las regiones amorfas (Kyrikou & Briassoulis, 2007).

8.3. *Biodegradación de plásticos agrícolas*

Los productos biodegradables más conocidos son los oxobiodegradables. La biodegradación de estos consiste en la introducción de metales (cobalto, manganeso, magnesio, hierro, zinc, entre otros), que en teoría fomenta la oxidación y rompe la cadena del plástico, cuando se expone al calor, aire o luz. Al romper la cadena, los microorganismos encontrados en los sitios de disposición final se alimentarían del material. Para los rellenos, no se ha presentado datos que soporten una completa biodegradación en los ambientes anaeróbicos.

En condiciones climáticas áridas con exposición al calor y a la luz solar, los aditivos oxo-biodegradables aceleran la fragmentación tradicional de los polímeros; sin embargo, la fragmentación no es señal de biodegradación y no se registran datos que muestren por cuánto tiempo los fragmentos se mantienen en los suelos o en el agua (Luz et al., 2013). Según (Garnaud, 2006), en los invernaderos de plástico, en una gran mayoría de casos, sólo pueden funcionar correctamente cuando no hace ni demasiado frío ni demasiado calor y su productividad queda, en consecuencia muy lejos de lo que podría ser”

8.4. Base legal ecuatoriana para la gestión de plásticos agrícolas usados

8.4.1. Desechos peligrosos y/o especiales

A continuación, se incluye la descripción de los principales aspectos normativos que regulan las actividades relacionadas con los permisos y licencias ambientales; así como los que rigen la intervención y/o uso de los recursos naturales en base a la pirámide de Kelsen.

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Número de Registro N° 449

Año de Emisión: 20 de octubre del 2008

En materia ambiental, define los lineamientos y principios ambientales generales que forman el marco principal de referencia para el desarrollo de cualquier proyecto, así como las políticas que deben seguirse a nivel nacional; dichas definiciones se dan en diferentes articulados de su contenido, que detallan a continuación.

- En el Art. 14.- sección segunda-Ambiente sano; “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”.
- En el Art. 264.- numeral 4, capítulo cuarto-régimen de competencias manifiesta; Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley”.

- En el Art. 275.- capítulo cuarto-primero referente a los principios generales; “El régimen de desarrollo es el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socio-culturales y ambientales, que garantizan la realización del buen vivir, del sumak kawsay”.
- En el Art. 395.- capítulo segundo-sección primera referente a la naturaleza y el medio ambiente: La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:
- -Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
- -El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
- -En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.
- En el Art. 396.- capítulo segundo-sección primera referente a la naturaleza y el medio ambiente: En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca.

CONVENIOS INTERNACIONALES

Año: 23 de febrero de 1993

El Convenio de Basilea es un Acuerdo Multilateral sobre el Medio Ambiente, por el cual 170 países dentro del sistema de Naciones Unidas, convinieron proteger el medio ambiente y la salud humana de los efectos nocivos provocados por la generación, manejo, movimientos transfronterizos y eliminación de desechos peligrosos.

El Convenio obliga a todos los países miembros que se aseguren que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen y eliminen de manera ambientalmente racional y se espera que minimicen las cantidades que atraviesan las fronteras y que traen y eliminen los desechos lo más cerca posible del lugar donde se generen y que impidan o minimicen la generación de desechos en origen.

Los objetivos del convenio son:

- Obligar y castigar a las partes el tráfico ilícito de desechos peligrosos y otros desechos.
- Obligar a las partes a que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen y eliminen de manera ambientalmente racional.
- Que las partes minimicen las cantidades de desechos que atraviesan fronteras, que traten y eliminen los desechos lo más cerca posible del lugar de generación.

El convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación fue adoptado en respuesta a fuertes protestas públicas en los años 80, tras el descubrimiento de depósitos de desechos tóxicos en países en vía de desarrollo provenientes del extranjero.

CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL

Número de Registro N° 180

Año de Emisión: 05 de febrero del 2018

Este código tiene como finalidad normar el poder punitivo del Estado, tipificar las infracciones penales, establecer el procedimiento para el juzgamiento de las personas con estricta observancia del debido proceso, promover la rehabilitación social de las personas sentenciadas y la reparación integral de las víctimas, como se puede contemplar en los siguientes apartados.

- En el Art. 251.- capítulo cuarto-sección segunda referente a los delitos contra los recursos naturales establece lo siguiente: “Delitos contra suelo. - La persona que, contraviniendo la normativa vigente, en relación con los planes de ordenamiento territorial y ambiental, cambie el uso del suelo forestal o el suelo destinado al mantenimiento y conservación de ecosistemas nativos y sus funciones ecológicas, afecte o dañe su capa fértil, cause erosión o desertificación, provocando daños graves, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años”.

- En el Art. 254.-sección tercera referente a los delitos contra la gestión ambiental establece lo siguiente: “Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas. - La persona que, contraviniendo lo establecido en la normativa vigente, desarrolle, produzca, tenga, disponga, queme, comercialice, introduzca, importe, transporte, almacene, deposite o use, productos, residuos, desechos y sustancias químicas o peligrosas, y con esto produzca daños graves a la biodiversidad y recursos naturales, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN

Número de Registro N° 302

Año de Emisión: 19 de octubre del 2010

Este código se toma en cuenta en atención a las disposiciones que establece la organización territorial y, por ende, sobre las competencias que otorga a las diferentes autoridades seccionales locales, hoy denominadas Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADP) tanto provinciales como municipales y parroquiales (COOTAD,2010).

- En el Art. 136.-título V, descentralización y sistema nacional de competencias establece lo siguiente: Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Número de Registro N° 983

Año de Emisión: 12 de abril del 2017

- En el Art. 9.-principios ambientales, establece lo siguiente: En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente.
- En el Art. 172. - regularización ambiental, establece lo siguiente: La regularización ambiental tiene como objeto la autorización de la ejecución de los proyectos, obras y actividades públicas, privadas y mixtas, en función de las características particulares de estos y de la magnitud de sus impactos o riesgos ambientales.
- En el Art. 190. - calidad de los componentes abióticos y estado de los componentes bióticos, establece lo siguiente: De la calidad ambiental para el funcionamiento de los ecosistemas. Las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección y conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones
- En el Art. 238. - responsabilidades del generador, establece lo siguiente: Responsabilidades del generador. Toda persona natural o jurídica definida como generador de residuos y desechos peligrosos y especiales, es el titular y responsable del manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su eliminación o disposición final, de conformidad con el principio

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (INEN 439:189) COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD

Número de Registro N° 602

Año de Emisión: 9 de agosto de 1980

Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (INEN 2588) DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS PROVENIENTES DEL SECTOR AGRÍCOLA.

Número de Registro N° 114

Año de Emisión: 2 de abril del 2009

Del mismo modo, en la norma (INEN, 2012) con respecto a la “Disposición de productos plásticos en desuso provenientes del sector agrícola”, establece que el transportista debe disponer permanentemente de la hoja de seguridad del material transportado.

Esto quiere decir que personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, responsables del manejo, gestión, recolección, transporte, transferencia o disposición final de los residuos deben disponer la información de su peligrosidad y se pueda disponer de la misma ante cualquier evento imprevisto.

REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS, DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES

Número de Registro N° 114

Año de Emisión: 2 de abril del 2009

- CAPÍTULO III. Sobre los Sistemas de Gestión de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales. Sección I. Gestión Integral de las Sustancias Químicas Peligrosas.
- Sección II. Gestión Integral de los Desechos Peligrosos y Especiales

8.4.2. Gestión de desechos peligrosos/especiales

ACUERDO N° 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA

Número de Registro: N° 316

Año de Emisión: 4 de mayo del 2015

En dicho acuerdo se establece que los residuos originados en las diferentes actividades de consumo cuando los productos, ya sean plásticos únicos o mezclas de plásticos entre sí, o con otros materiales, terminan el período de vida útil o pierden su utilidad. Así mismo cualquier material desviado durante un proceso de fabricación. Este término excluye el material reutilizado, tal como, reproceso, triturado u otro que se ha generado en un proceso determinado y es capaz de ser recuperado dentro de la misma empresa. Se considera también a aquel material que se entrega a una empresa externa, para su tratamiento, con objeto de retornarlo al generador (Registro Oficial, 2015).

- **Art.12.-** Del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). – “Será administrado por la Autoridad Ambiental Nacional y será el único medio en línea empleado para realizar todo el proceso de regularización ambiental.”
- **Art.14.-** De la regularización del proyecto, obra o actividad. - Los proyectos, obras o actividades, constantes en el catálogo expedido por la Autoridad Ambiental Nacional deberán regularizarse a través del SUIA, el que determinará automáticamente el tipo de permiso ambiental pudiendo ser: Registro Ambiental o Licencia Ambiental.
- **Art.15.-** Del certificado de intersección. - Es un documento electrónico generado por el SUIA, a partir de coordenadas UTM DATUM: WGS-84,17S, el que indica que el proyecto, obra o actividad propuesto por el promotor interseca o no, con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) Bosques y Vegetación Protectores, Patrimonio Forestal del Estado.
- **Art.19.-** De la incorporación de actividades complementarias. - En caso de que el promotor de un proyecto, obra o actividad requiera generar nuevas actividades que no fueron contempladas en los estudios ambientales aprobados dentro de las áreas de estudio que motivó la emisión de la Licencia Ambiental, estas deberán ser incorporadas en la Licencia Ambiental previa la aprobación de los estudios complementarios, siendo esta inclusión emitida mediante
- **Art. 23.-** Certificado ambiental. - Será otorgado por la Autoridad Ambiental Competente a través del SUIA, sin ser de carácter obligatorio, a los proyectos, obras o actividades considerados de mínimo impacto y riesgo ambiental.
- **Art. 80.-** Desechos especiales. – Se considera desechos especiales a los siguientes:

- a) Aquellos desechos que, sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar al ambiente o a la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y, para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reuso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la sobresaturación de los rellenos sanitarios municipales;
- b) Aquellos cuyo contenido de sustancias tengan características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, no superen los límites de concentración establecidos en la normativa ambiental nacional o en su defecto la normativa internacional aplicable.
- c) Aquellos que se encuentran determinados en el listado nacional de desechos especiales. Estos listados serán establecidos y actualizados mediante acuerdos ministeriales.
- **Art. 94.-** De los lugares para el almacenamiento de Desechos especiales. – Los lugares deberán cumplir con las siguientes condiciones mínimas:
 - a) Contar con señalización apropiada con letreros alusivos a la identificación de los mismos, en lugares y formas visibles;
 - b) Contar con sistemas contra incendio;
 - c) Contar con un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas y animales;
 - d) Estar separados de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
 - e) No almacenar con desechos peligrosos y/o sustancias químicas peligrosas;
 - f) Las instalaciones deben contar con pisos cuyas superficies sean de acabado liso, continuo e impermeable o se hayan impermeabilizado, resistentes química y estructuralmente a los desechos especiales que se almacenen, así como contar con una cubierta a fin de estar protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura, radiación y evitar la contaminación por escorrentía;

g) Para el caso de almacenamiento de desechos líquidos, el sitio de almacenamiento debe contar con cubetos para contención de derrames o fosas de retención de derrames cuya capacidad sea del 110% del contenedor de mayor capacidad, además deben contar con trincheras o canaletas para conducir derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado.

- **Art. 101.-** Parágrafo III, en el apartado de recolección: Generalidades;

Las personas naturales o jurídicas que presten servicio en las fases de recolección y transporte de desechos peligrosos y/o desechos especiales, en el marco del alcance de su permiso ambiental, pueden prestar este servicio únicamente a los generadores registrados. Los prestadores de servicio están en la obligación de formalizar con su firma y/o sello de responsabilidad el documento de manifiesto provisto por el generador en el caso de conformidad con la información indicada en el mismo. Además, están sujetos a la presentación del informe anual de su gestión de acuerdo a los mecanismos establecidos para el efecto por parte de la Autoridad Ambiental Nacional.

- **Art. 124.-** Parágrafo VI; Disposición Final. – Generalidades.

En el caso de desechos peligrosos, la disposición final se lo realiza en celdas o rellenos de seguridad que cuenten con el respectivo permiso ambiental. En el caso de desechos especiales se podrá realizar en sitios tales como el relleno sanitario, que cuente con el permiso ambiental respectivo

- **Art. 141.-** Condiciones para la exportación de desechos especiales. – Para la exportación de desechos especiales se deberán cumplir con las siguientes condiciones: Que el exportador, sea este generador o gestor, haya regulado su actividad conforme lo establece el presente libro.

ACUERDO MINISTERIAL 026: PROCEDIMIENTOS PARA REGISTRO DE GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS, GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS PREVIO AL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL, Y PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS

Número de Registro N° 334

Año de Emisión 12 de mayo del 2008

Este procedimiento describe la forma en que se deberá llevar a cabo la gestión al interior del (MAE) o en las instituciones integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental para el registro de generadores de desechos peligrosos. Incluyen requisitos para evaluar las solicitudes de registro, los criterios para el registro como generador de desechos peligrosos.

- **Art. 1.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que genere desechos peligrosos deberá registrarse en el Ministerio del Ambiente, de acuerdo al procedimiento de registro de generadores de desechos peligrosos.
- **Art. 2.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que preste los servicios para el manejo de desechos peligrosos en sus fases de gestión: reusó, reciclaje, tratamiento biológico, térmico, físico, químico y para desechos biológicos; procesamiento y disposición final, deberá cumplir con el procedimiento previo al licenciamiento ambiental para la gestión de desechos peligrosos.
- **Art. 3.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que preste los servicios de transporte de materiales peligrosos, deberá cumplir con el procedimiento previo al licenciamiento ambiental

ACUERDO MINISTERIAL 142: LISTADO NACIONAL SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS DESECHOS PELIGROSOS

Número de Registro N° 852

Año de Emisión 21 de diciembre del 2012

- Art. 1.- Serán consideradas sustancias químicas peligrosas, las establecidas en el Anexo A del presente acuerdo.
- Art. 2.- Serán considerados desechos peligrosos, los establecidos en el Anexo B del presente acuerdo. Art. 3.- Serán considerados desechos especiales los establecidos en los Anexo C del presente acuerdo.

9. VALIDACIÓN DE PREGUNTAS CIENTÍFICAS

La pregunta científica se definió en función del objetivo general:

¿Es posible determinar el destino ambiental de los residuos sólidos especiales provenientes de los invernaderos del Cantón Latacunga en el periodo 2020-2021?

El presente estudio ha perseguido cumplir los objetivos específicos, con el fin de responder la pregunta científica planteada. Se ha logrado establecer la relación espacial de la distribución de las fuentes de plásticos agrícolas en desuso, así como las percepciones de los diferentes actores en la problemática del reciclaje de plástico, así como del planteamiento de soluciones a la gestión sostenible de dichos residuos.

10. METODOLOGÍA (MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS).

10.1. Métodos

El proceso investigativo del presente trabajo fue realizado considerando 3 etapas referenciales para cumplir con los objetivos planteados:

10.1.1. Método Inductivo

Estudia los fenómenos o problemas desde las partes hacia el todo, es decir analiza los elementos del todo para llegar a un concepto o ley. De esta manera se puede decir que es un proceso analítico-sintético, estableciendo los siguientes pasos:

Elaboración de mapas de distribución y zonas de cubiertas plásticas incluyendo a los principales invernaderos involucrados en el Cantón mediante el programa QGIS por medio de una clasificación supervisada. Esta Clasificación supervisada y no supervisada permite explorar los diferentes tipos de atributos o clases por medio del análisis estadístico multivariado, este proceso identifica los valores de cada pixel de una o varias bandas de una imagen ráster, crea y evalúa las clases, finalmente reclasifica por categorías. Luego de la descarga de la Imagen Satelital, su georreferenciación con puntos de control es fundamental para iniciar el proceso de clasificación, por medio de la creación de firmas espectrales que permitieron estudiar el lugar y una encuesta a los principales importadores, gestores y recicladores utilizando matrices y gráficos para su demostración.

10.1.2. Método Cuantitativo

En el estudio e investigación de fenómenos ambientales y sociales se establece por método cuantitativo el procedimiento utilizado para explicar eventos a través de una gran cantidad de datos. Lo que pretende, es determinar y explicar el procedimiento de la recolección de grandes cantidades de datos que permitan una fundamentación sólida y objetiva.

Corresponde a la recopilación de información mediante las bases de datos de la Secretaria de Medio Ambiente, instituciones o entidades responsables de la gestión de los desechos plásticos provenientes de dichos invernaderos. Además, define los mecanismos de gestión que se aplicaron en el estudio

10.2. Técnicas

10.2.1. Ubicación de estudio

El estudio se realizó en el cantón Latacunga, considerando sus parroquias rurales, por presentar una gran cobertura del suelo con cultivos bajo cubierta plástica. En el área se observa un manejo antitécnico de las láminas desechadas producto del desconocimiento e incertidumbre con respecto a la degradación de cubiertas plásticas de los invernaderos, por ende hace que el reciclaje sea una alternativa factible a contribuir a la reducción de los mismos; por lo tanto, el uso de plástico se hace cada vez más común en muchos países lo que convierte en una alternativa más barata, es por eso que solo nos enfocamos en almacenar, depositar y transportar, y es evidente que no aprovechamos su debida transformación, recolección, reciclaje. La figura 2 muestra la localización geográfica del área de investigación.

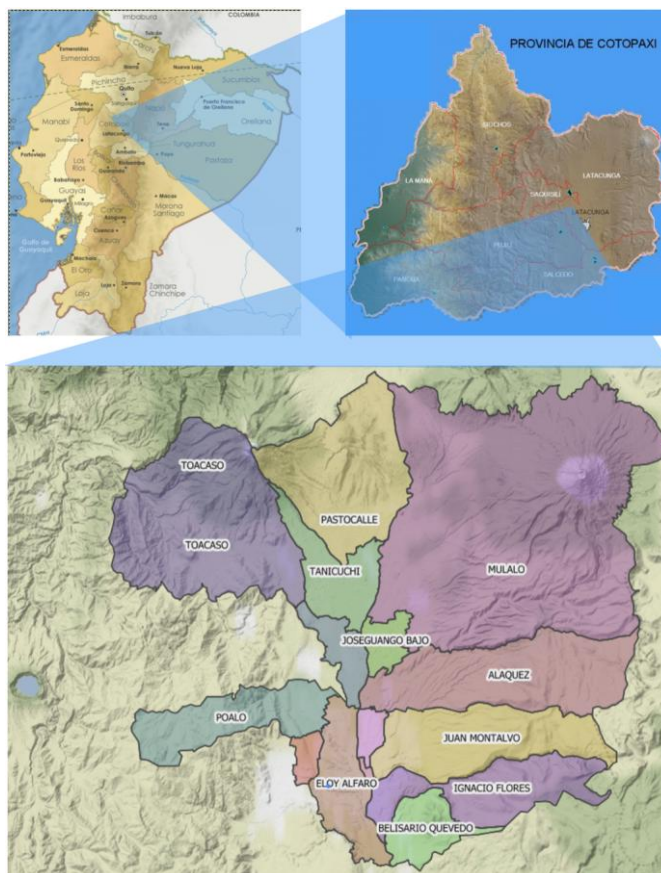
Según (Salazar, 2010), 44 Unidades productoras agrícolas (UPA), que se encuentran ubicados en el cantón Latacunga, se realizó un muestreo simple en forma aleatoria. Para establecer la cantidad de 30 encuestas se aplicó la Ecuación 1.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

En donde:

N = Tamaño de la muestra	44(UPA)
Z =nivel de confianza	95%
P =probabilidad de éxito, o proporción esperada	50%
Q =probabilidad de fracaso	50%
D =precisión (error máximo admisible en términos de proporción)	10%

Figura 2: Ubicación geográfica del área de estudio



Elaborado por: Juan Atencia (2021).

10.2.2. Investigación de campo

La investigación de campo permitió realizar observaciones directas de la gestión de plásticos agrícolas procedentes de entidades responsables del mismo y llevar a cabo una cuantificación de la información recopilada mediante una discusión y análisis.

10.2.3. Observación

Esta técnica permitió la definición los puntos críticos y el área de influencia de los principales invernaderos en el cantón Latacunga.

10.2.4. Encuesta

Las encuestas proveyeron de una gama más amplia de información y fueron efectivas para identificar el mayor número de problemas, por ende, las encuestas pueden brindar

información sobre características socio-ambientales, aptitudes, opiniones, motivos y conducta abierta.

Para el presente proyecto se estableció un cuestionario estructurado para recopilar la mayor cantidad de información trascendental, que permitió identificar a los principales consumidores y gestores encargados de la disposición final de los residuos estudiados.

Incluyó preguntas cerradas de respuesta concisa (si o no) y un comentario para poder establecer índices de satisfacción en cuanto a la gestión de los desechos especiales provenientes de los invernaderos del cantón.

Las encuestas aplicadas a los gestores y los comercializadores de plástico para invernadero del cantón, estimaran las cantidades en toneladas al año del material que se genera por cada hectárea de cultivo de láminas plásticas que son recolectadas y reemplazadas en las áreas de cultivo bajo cubierta. (Tn/ha).

10.2.5. Entrevista

Las entrevistas se efectuaron para establecer ideas mediante preguntas planteadas al entrevistado de manera que se busca llegar a los principales gestores autorizados y tener una idea clara de cómo se está llevando a cabo la gestión de los plásticos provenientes de este sector. Se calcularon 30 encuestas a los que producen los residuos (Generadores), no obstante es fundamental y vital mencionar que solo existen 2 empresas dedicadas a las (Gestión) con mayor afluencia de cubierta plástica; la empresa Plásticos Cotopaxi S.A, ubicada en el cantón Saquisilí, barrio Chantillin -grande, por otro lado, tenemos la empresa Productos Químicos Asociados S.A, ubicado en la provincia de Pichincha-Sector Pifo.

10.3. Tratamiento de la Información Obtenida

10.3.1. Distribución espacial de utilización de películas plásticas agrícolas

Se procesaron las encuestas y se realizaron tablas de doble entrada con los datos recuperados. Con estos datos se realizaron graficaciones en términos porcentuales, además se utilizaron imágenes satelitales extraídas de Google Earth, considerando la versión más reciente de la cobertura del suelo provisto por este software (Google Earth Version Web Map Service).

Estas imágenes fueron tratadas en QGIS para establecer el área efectiva cubierta por plasticultura, aplicando el algoritmo de clasificación supervisada en primera instancia con la cobertura de suelo específica para las láminas plásticas. En base a esta información se extrajeron las áreas seleccionadas, en una imagen clasificada para cada parroquia. El CLUSTERING o ISODATA es el algoritmo que se utilizó, ya que este se basa en una distancia espectral mínima para asignar a un conglomerado, un vector característico candidato. La descarga, georreferenciación y creación de firmas permitieron establecer categorías, ya que este software con sus herramientas de Análisis Espacial y la eliminación de polígonos restantes facilita su re categorización.

10.3.2. Destinos finales de las películas plásticas agrícolas desechadas.

Se verificó en campo la extracción, disposición y destino de las láminas de plástico reemplazadas al terminar su vida útil. Adicionalmente se aplicaron encuestas a los actores involucrados en el reemplazo, transporte y disposición final del plástico en desuso (Recicladores). Se diseñaron las encuestas pertinentes, mismas que se encuentran en el anexo 1. Así mismo, se realizaron entrevistas a los gestores de residuos plásticos agrícolas, como se observa en el Anexo 2. Considerando la superficie de cultivo bajo invernadero de las diferentes parroquias, obtenidos a través de la delimitación de área de cubierta plástica. Se estableció así mismo la cantidad en toneladas del material reciclado, y obtener las toneladas al año del material que se genera por cada hectárea de cultivo, como se visualiza en la Fig.15.

10.3.3. Mecanismos de gestión sostenible de películas plásticas agrícolas desechadas

Se realizó la revisión de la normativa vigente y diseñaron mecanismos de verificación de la actividad. La propuesta se basó en la normativa vigente la norma (INEN, 2012) con respecto a la “Disposición de productos plásticos en desuso provenientes del sector agrícola”, y elaboró en mecanismo de verificación de las acciones obligatorias que los actores en la gestión de desechos plásticos agrícolas deben observar.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Distribución espacial de utilización de películas plásticas agrícolas en el cantón Latacunga.

Con el fin de establecer las áreas cubiertas con invernaderos en las parroquias seleccionadas del cantón Latacunga, se inició un esquema de reconocimiento utilizando el programa Google Earth y sus imágenes satelitales. Se seleccionaron para el presente estudio las parroquias de Pastocalle, Guaytacama, Poaló, 11 de Noviembre, José Guango Bajo, Mulaló, Belisario Quevedo, Alaquez y Tanicuchí. De acuerdo con la imagen satelital de Google Earth, son las áreas donde hay una mayor densidad de cultivo con cubierta plástica, como se evidencia (figura 3). Se identificaron las zonas de cubierta plástica de cultivos de invernadero aplicando el algoritmo de clasificación supervisada y por medio de polígonos correspondientes a los invernaderos, se pudo estimar las cantidades de superficie (ha) de película plástica de la zona de estudio. Sin embargo, es importante recalcar que esta metodología utilizada, posee un margen de error, y están basados en supuestos tales como el que su reconocimiento es basado en similitudes de píxeles entrenados como correspondientes a la reflectancia de cubierta plástica y no se considera la variación estacional que poseen los cultivos agrícolas, dado que solo se analizó imágenes con respecto a la actualización del programa. Técnica utilizada en el proyecto de gestión integral de residuos plásticos agrícolas provenientes de la región de Valparaíso.

La selección de la regla de decisión adecuada y las bandas espectrales adecuadas es fundamental para obtener resultados de clasificación precisos. (Nawaz, *et.al.* 2015), indica que hay necesidad de encontrar una regla de decisión precisa que requiera menos tiempo y menos recursos conducen al análisis de rendimiento de diferentes algoritmos de clasificación sobre la base de su precisión de clasificación, consumo de tiempo, requisitos computacionales, confiabilidad, etc.

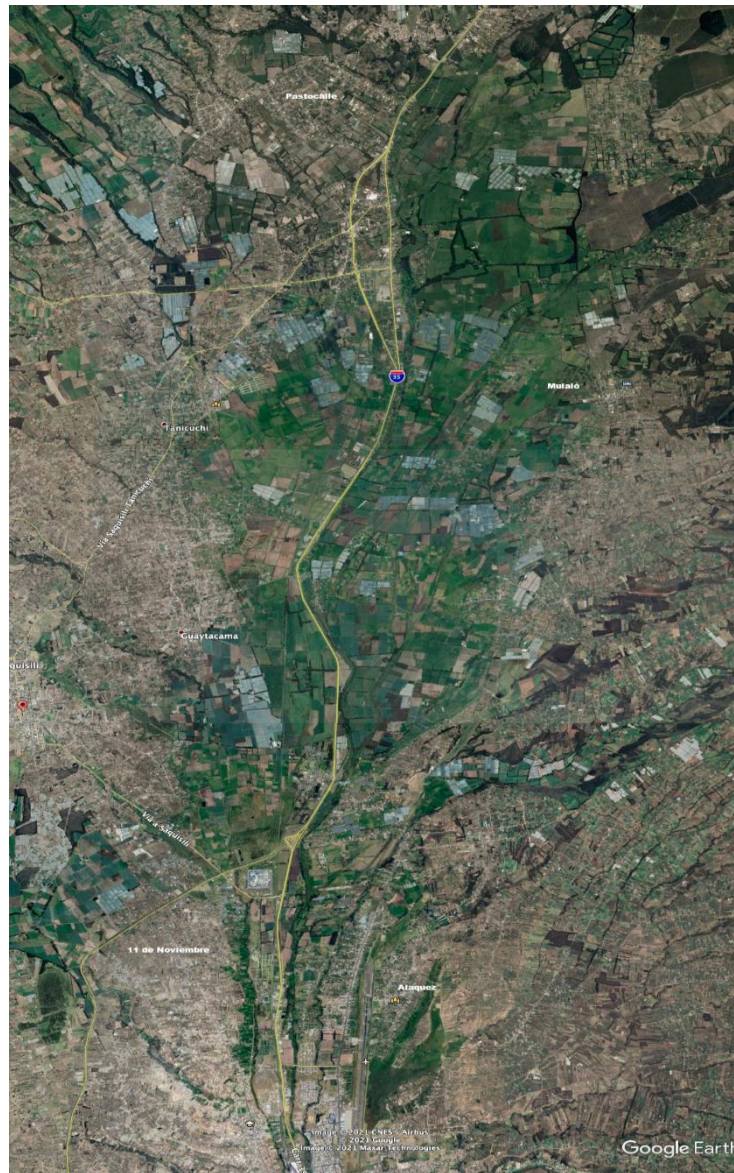
La actualidad de la información obtenida fue determinada por la disponibilidad de imágenes por parte del software google Earth Web Web Engine. Varios estudios han evaluado la dinámica de la cubierta terrestre a diferentes escalas espaciales.

Tomar ventaja de Google Earth Engine GEE, proporciona acceso a datos y técnicas analíticas avanzadas sobre macrodatos, ya que usa el Algoritmo Bayesiano para actualización de cobertura de suelo, Updating of Land Cover (BULC), en el que fusiona datos Landsat con GlobCover 2009, mejorando así la resolución espacial de la salida global de 300 m a 30 m en muchas áreas del planeta.

El enfoque es ampliamente aplicable, ya que emplea un algoritmo de clasificación no supervisado, que no requiere datos intensivos de verificación en campo. El potencial de GEE también se demuestra en el manejo de enormes conjuntos de datos a largo plazo a escala global para analizar el impacto del cambio de la cobertura del suelo en el calor urbano-isla superficial, aprovechando la herramienta climática Engine ya establecida para extraer una enorme datos de la superficie terrestre. Para obtener la imagen de un sitio, se procesaron más de 6000 imágenes de diferentes fuentes y se obtiene un mosaico que es probabilísticamente el más cercano a la realidad, además que, generalmente Google Earth, incluye imágenes de los 2 últimos años (Mutanga & Kumar, 2019). El procesamiento temporal de imágenes es de vital importancia para realizar este proceso ya que así se puede estimar los predios que se pueden visualizar como potenciales generadores de desechos peligrosos y/o especiales como lo es el plástico para invernadero.

En la figura 3, se observa la imagen global del área en estudio, en la que se visualiza la extensión en que se ha desarrollado la plasticultura, conformándose como los principales consumidores de plástico agrícola y generadores de tecnofósiles agrícolas que necesitan ser gestionados y manejados conforme a la legislación nacional la norma (INEN, 2012) con respecto a la “Disposición de productos plásticos en desuso provenientes del sector agrícola”, La zona norte del cantón Latacunga muestra la mayor concentración de cultivos bajo cubierta plástica, destacándose que las plantaciones de cultivos de exportación, especialmente flores, son las que mayores áreas de cubierta plástica maneja. No hay que dejar de lado los pequeños invernaderos (menos de 1000 metros cuadrados), principalmente dedicados a tomate, pimiento y otras hortalizas de alto valor de mercado y demanda. Se distingue a simple vista las áreas con cubierta plástica (Plateado brillante) correspondiente a los invernaderos y las áreas de cobertura vegetal normal (verde y café oscuro) con respecto al suelo.

Figura 3: Vista aérea preliminar del área de estudio



Elaborado por: Juan Atencia (2021).

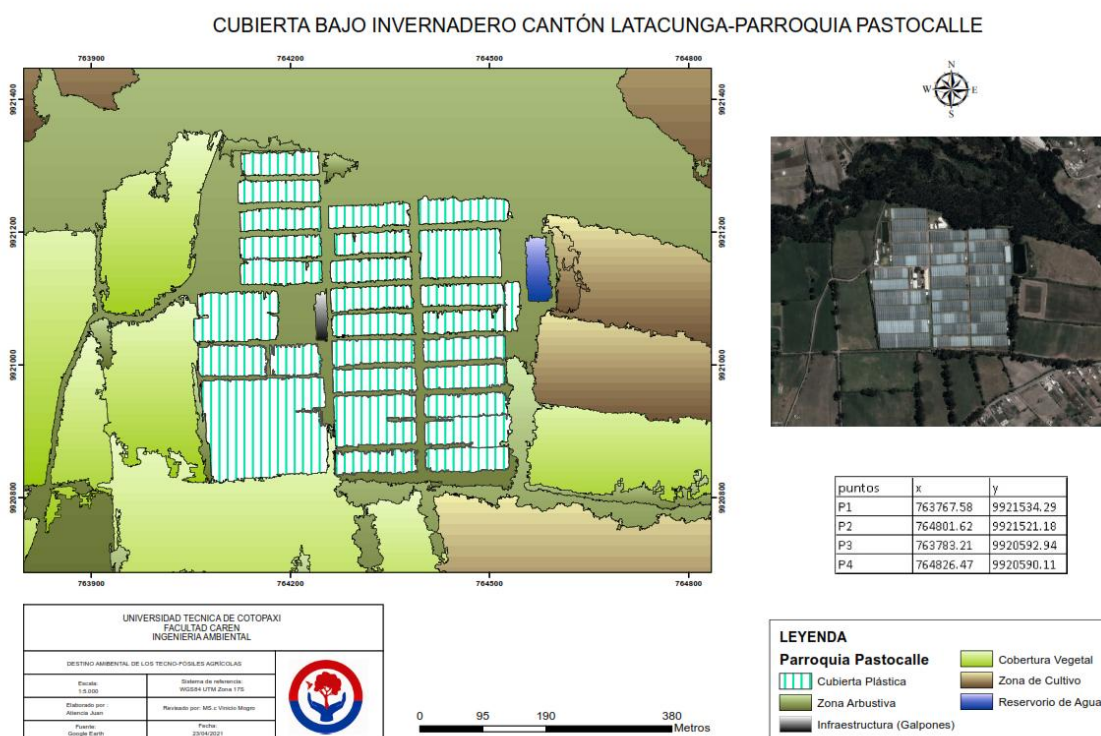
Iniciado el análisis por las parroquias de la zona norte del cantón Latacunga, las figuras de la 4 a la 11, muestran la clasificación de cubierta plástica, pudiéndose diferenciar de la cubierta vegetal al aire libre y de los cuerpos de agua artificiales. Se han totalizado 938.06 ha de cultivos bajo cubierta plástica, la mayoría correspondientes a empresas agroindustriales que se dedican al cultivo de alto valor económico, principalmente flores de exportación.

El algoritmo de clasificación supervisada incluye clasificación de máxima verosimilitud y clasificación de distancia mínima. Este estudio utiliza la clasificación de máxima verosimilitud para clasificar un objeto de imagen de cobertura terrestre.

La clasificación de máxima verosimilitud es un sistema de clasificación en el que los píxeles desconocidos se asignan a la clase específica mediante el uso de la probabilidad de contornos alrededor del área de entrenamiento utilizando el enfoque de máxima verosimilitud. Se supone que el valor estadístico para cada clase en cada banda se distribuye normalmente y luego se calcula el valor de probabilidad al que es apropiado el píxel en una determinada clase (Miranda et al., 2018).

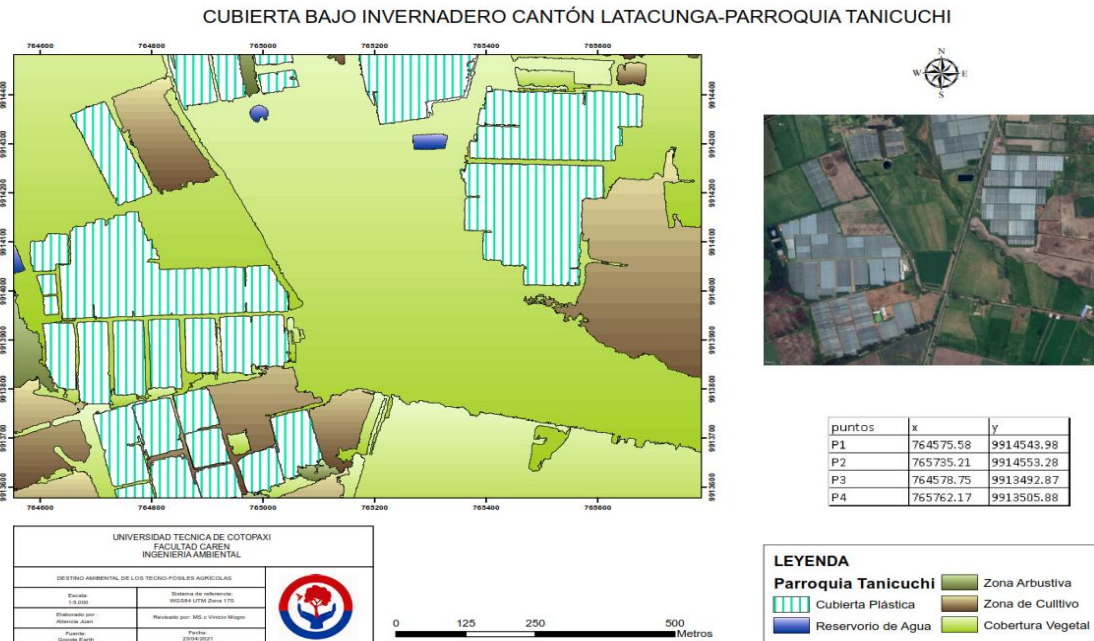
Cada píxel de la imagen clasificada se asigna a la clase que tiene la mayor probabilidad de ocurrencia como se visualiza en las imágenes citadas. Además, se muestra el proceso realizado y aplicado a las diferentes parroquias.

Figura 4: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Pastocalle



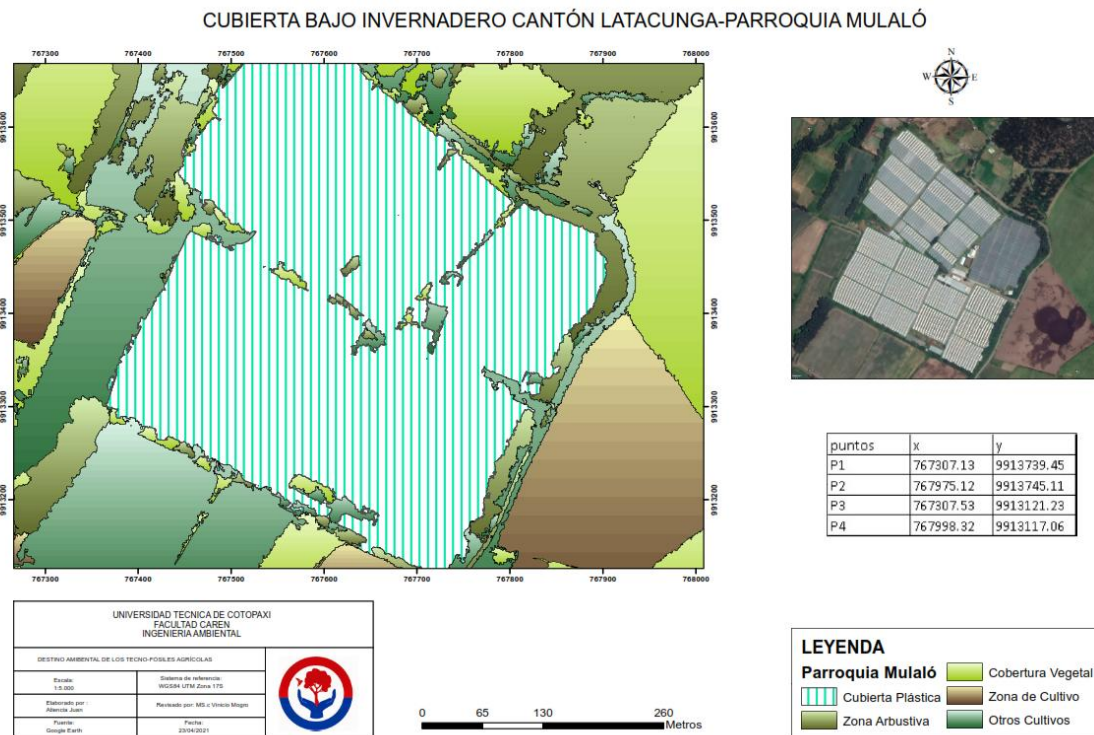
Elaborado por: Juan Atencia (2021).

Figura 5: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Tanicuchi



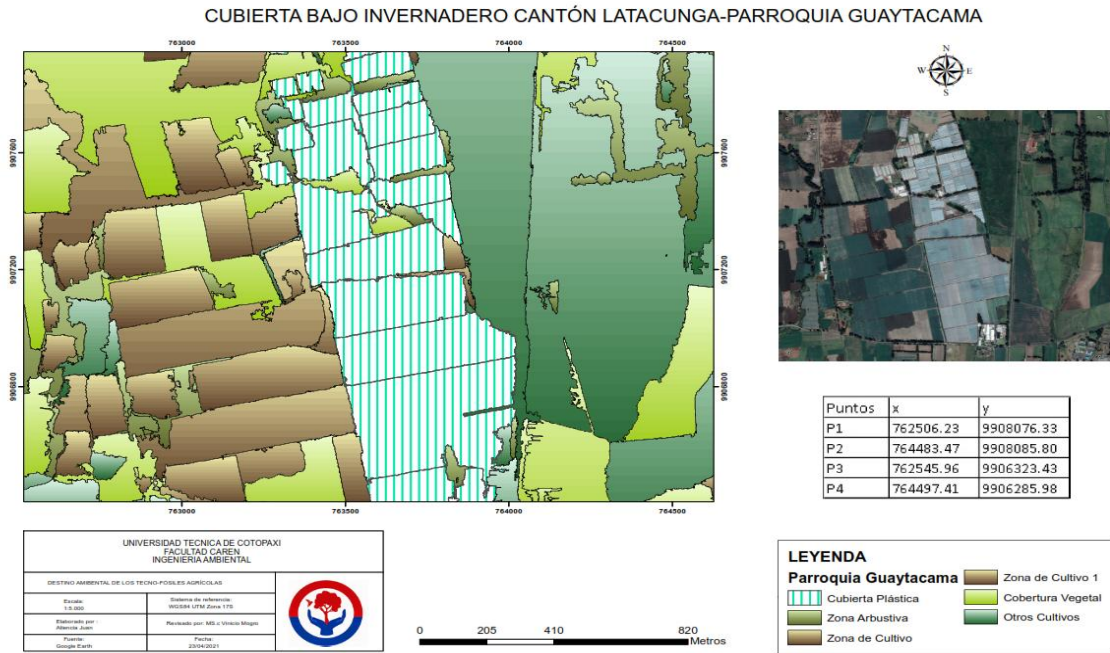
Elaborado por: Juan Atencia (2021).

Figura 6: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Mulaló



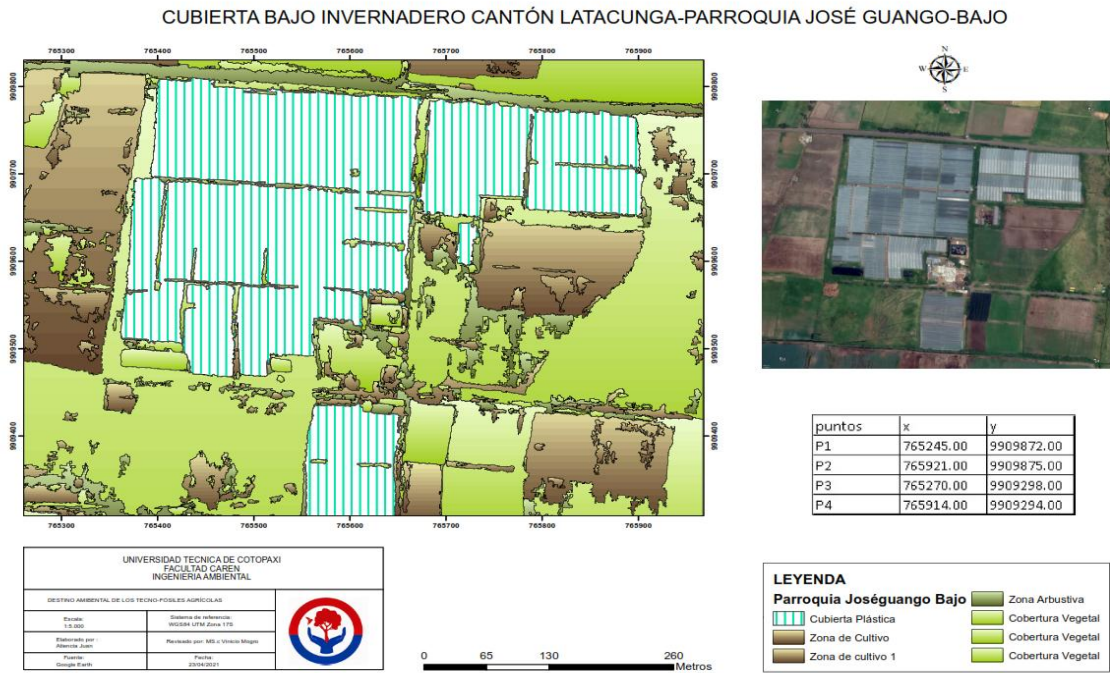
Elaborado por: Juan Atencia (2021).

Figura 7: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Guaytacama



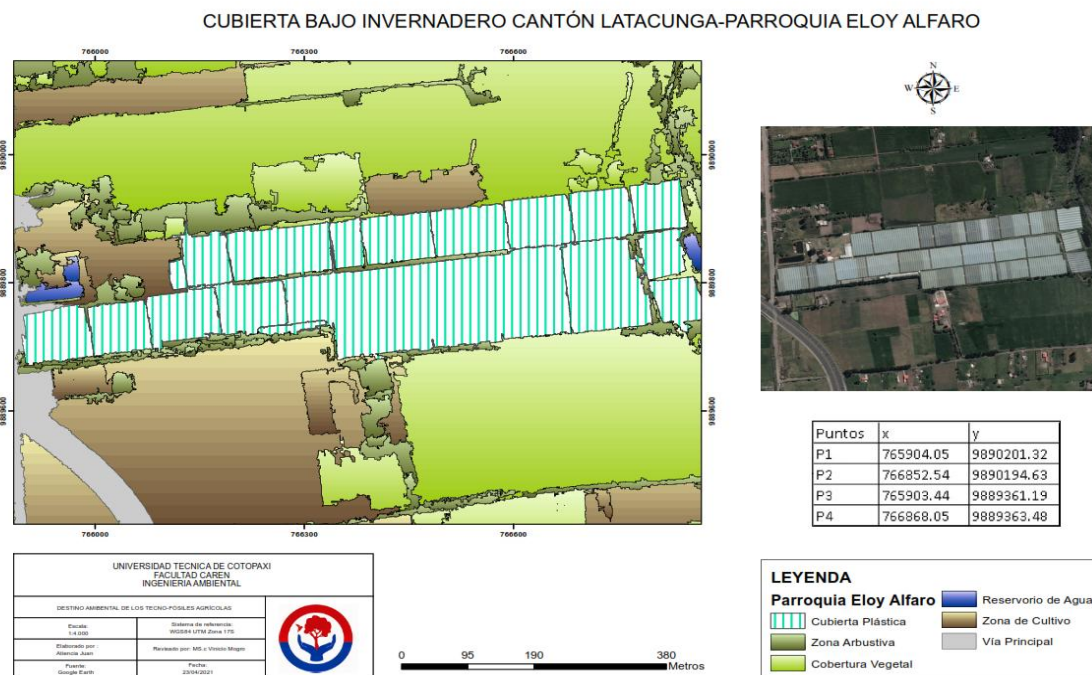
Elaborado por: Juan Atencia (2021).

Figura 8: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Joseguango Bajo



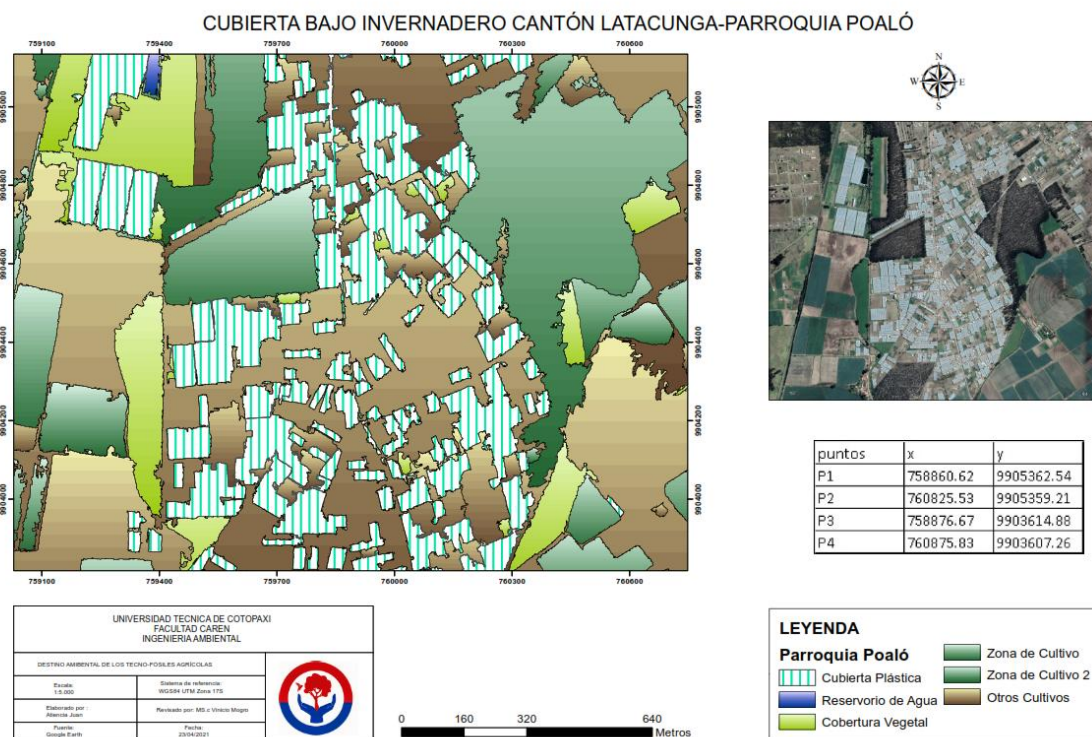
Elaborado por: Juan Atencia (2021)

Figura 9: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Eloy Alfaro



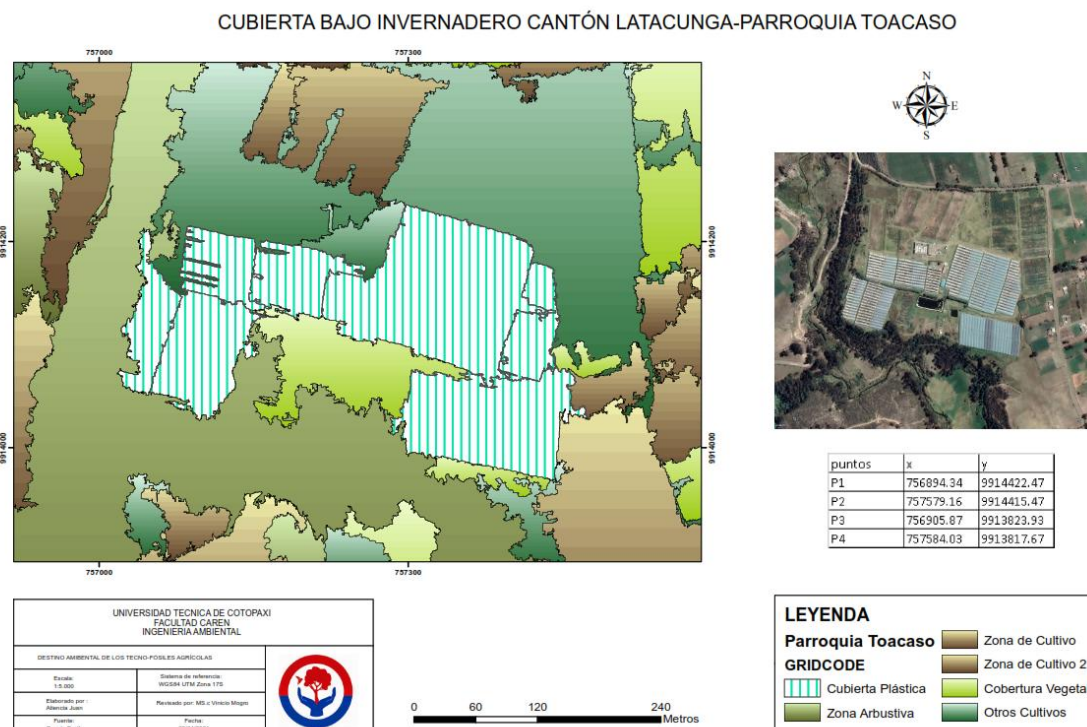
Elaborado por: Juan Atencia (2021).

Figura 10: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Poaló



Elaborado por: Juan Atencia (2021)

Figura 11: Área de invernaderos con cubierta plástica en la parroquia Toacaso

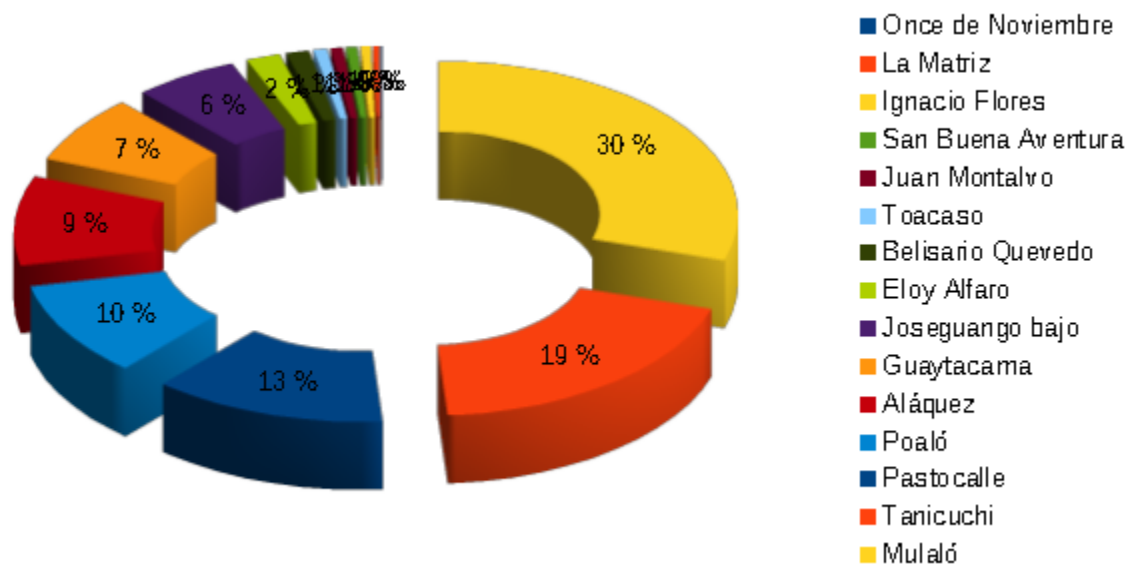


Elaborado por: Juan Atencia (2021).

En cuanto a la distribución del área cubierta por plástico agrícola, de las 938.06 ha contabilizadas (figura 12). La mayor densidad de cultivos bajo cubierta plástica, se encontró en las parroquias de Poaló (10%), Pastocalle (13%), Tanicuchí (19%), y Mulaló (30%). En las restantes parroquias se encontraron reducidas concentraciones de cultivos de plasticultura. Se debe destacar que las parroquias con mayor magnitud de área plástica están inmersas empresas que en su mayoría se dedican a la producción y exportación de rosas. Con respecto a la parroquia de Pastocalle es notable que se obtenga un índice elevado ya que se encuentran presentes Ecuaroses, Star-Roses y Negrete Star-Roses. En Tanicuchi y Poaló, es importante la presencia de Achetecorp-Agrinag) y Rosas la Martina-AGRINAG. Pero sin lugar a duda, la parroquia que más asentamientos de cubierta plástica posee es Mulaló, ya que alberga a Ecuador-A-rose-Plantation, Decoflor, Agro promotora-Agrocoex-S. A, entre otras. En Aláquez se encuentran asentadas las empresas florícolas Flornation, M6J Flowers y Rosely Flowers. Con respecto a parroquias urbanas, la parroquia Eloy Alfaro muestra un índice considerable, debido a la presencia de Naranjo Roses S.A.

Todas las empresas deben cumplir un mínimo requerido por Expoflores en las buenas prácticas de manejo, lo que incluye la disposición adecuada de desechos plásticos. Estas normas promueven la estandarización de los resultados del manejo.

Figura 12: Distribución porcentual de área bajo cubierta plástica en el Cantón Latacunga



Elaborado por: Juan Atencia (2021).

Esta tendencia se debe primeramente a la forma de tenencia de la tierra, encontrándose en las parroquias mencionadas una alta frecuencia de latifundios, en tanto que, en las parroquias con menos densidad, el minifundio es el predomina. Así mismo, como se visualizó en el mapa de cobertura de suelo (figura 12, 14, 15, 16), en las áreas de mayor predominancia de plasticultura, esta está asociada con las condiciones climáticas, con mayor precipitación y desarrollo de vegetación. Esto se debe a que la agroindustria, si bien su uso de agua es más eficiente, requiere de la provisión constante y en volúmenes estables del agua de riego. Las parroquias centrales y australes del cantón se caracterizan por tener poco aporte de lluvias, por lo que la agricultura es principalmente de secano. La dependencia en agua subterránea limita aún más la plasticultura, debido a su bajo caudal y altas concentraciones de sales y sólidos suspendidos (Cáceres Castejón, 2013).

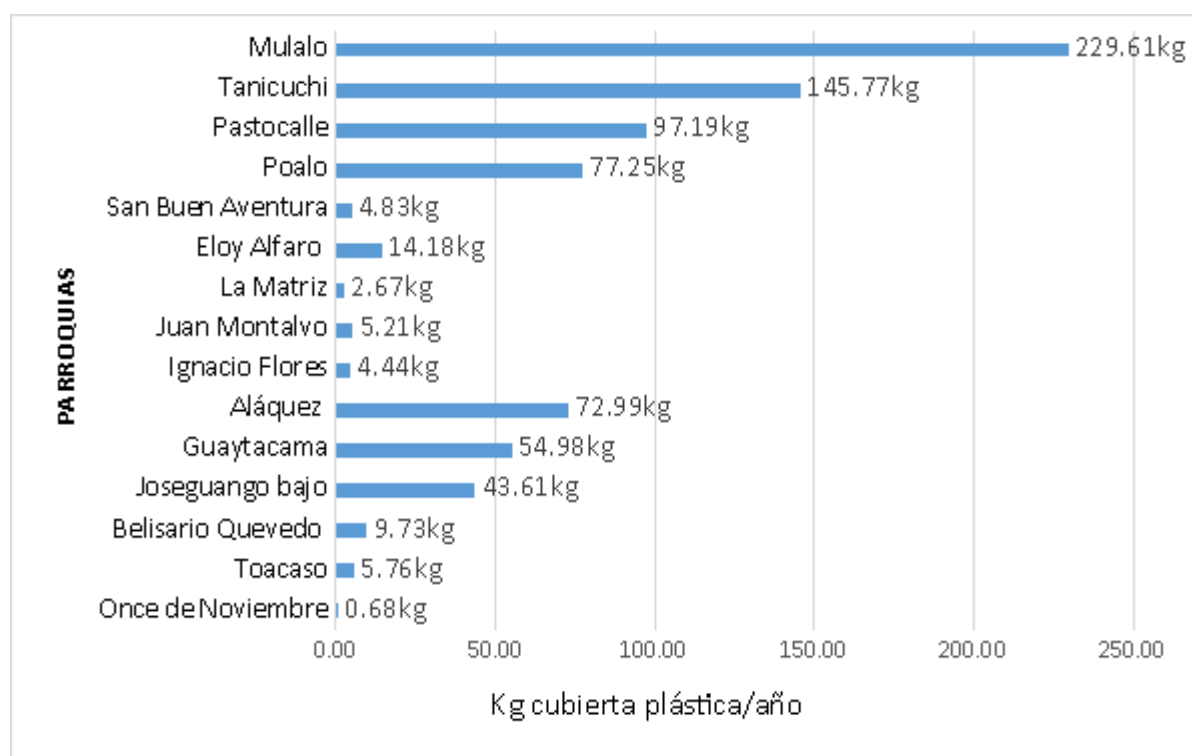
11.2. Destinos finales de las películas plásticas agrícolas desechadas

11.2.1. Cuantificación de volumen de agroplástico gestionado

La estimación hecha en base a la clasificación supervisada realizada en el área de estudio, determinó que un área estimada de a 938.06 ha de cultivo agrícola bajo cubierta de invernadero. Considerando que el peso promedio del polietileno de hasta 200 micras de espesor es de 250 g por metro², se estima que el peso de plástico utilizado para la plasticultura es de 2814 TM, sin considerar paredes y cortinas. En base a las encuestas aplicadas a los gestores y los comercializadores de plástico para invernadero del cantón, estimaran las cantidades en toneladas al año del material que se genera por cada hectárea de cultivo de láminas plásticas que son recolectadas y reemplazadas en las áreas de cultivo bajo cubierta.

La figura 13 muestra las cantidades de plástico recolectado y reemplazado en las plantaciones bajo cubierta. Consecuente al área de cultivo, la parroquia Mulaló muestra la mayor cantidad de plástico procesada, con 229.61 kg. El reemplazo del plástico de cubierta de invernaderos es un proceso muy activo, según se desprende de la referida gráfica, totalizando 768.90 kg/ha/año.

Figura 13: Cantidad de lámina plástica recolectada-reemplazada por parroquia

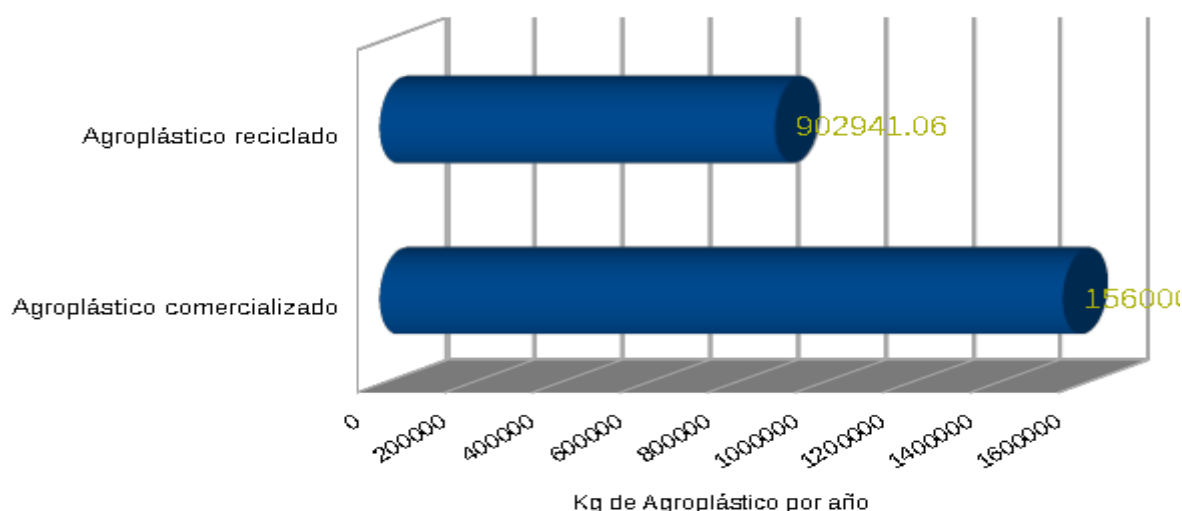


Elaborado por: Juan Atencia (2021).

En contraste, la figura 14 muestra los estimados de agroplástico gestionado tanto para comercialización como para reciclaje. La empresa Productos Asociados Químicos S.A-(PQA), especializada como gestora y comercializadora indica que su volumen de gestión corresponde a 1560 TM de agroplástico comercializado, en tanto que receipta 903 TM de agroplástico en desuso. Cabe indicar que los volúmenes reportados corresponden a toda el área de influencia de la empresa, la misma que alcanza a las provincias de Tungurahua y Pichincha. La gráfica muestra el área en función de las toneladas recicladas.

De acuerdo con la encuesta realizado reportaron tales valores para comercialización y recuperación.

Figura 14: Cantidad de Agroplástico comercializado y reciclado por gestores especializados



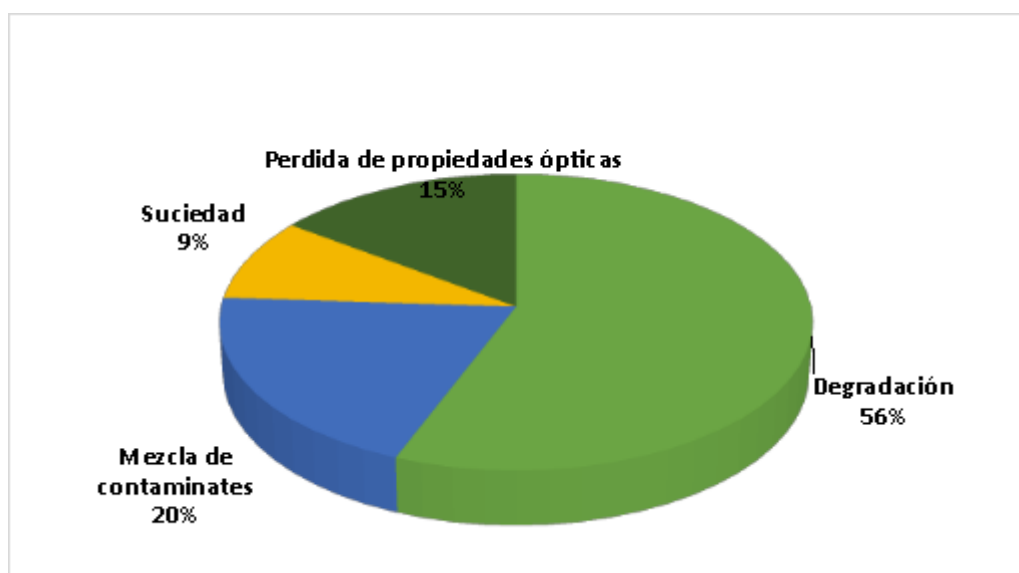
Elaborado por: Juan Atencia (2021).

11.2.2. Factores de degradación y reducción de vida útil de los agroplásticos

No se ha registrado la expansión del área de cultivo bajo cubierta a gran escala, en toda la zona de estudio, y el crecimiento ha sido considerado solo para pequeños invernaderistas que se dedican a cultivos de ciclo corto. Se establece que hasta un 80% del plástico comercializado, es para reemplazar el plástico degradado en los invernaderos agroindustriales, tomando en cuenta la relativamente corta duración del plástico, establecida en un máximo de 4 años. De acuerdo con la figura 15, la degradación del plástico, evidenciada por la pérdida de integridad estructural (56%). La vida del plástico dura alrededor de 1000 años en el ambiente, por lo tanto 4 años de vida útil se considera muy corto, evaluando utilidad versus sobrevivencia.

La aplicación de agroquímicos a gran escala en este tipo de cultivo, también afecta a la durabilidad del plástico de cubierta. Sustancias oleosas y los sólidos suspendidos acumulados en las superficies de la cubierta se convierten en fuente de contaminación para el nuevo producto agrícola, disminuyendo su calidad de comercialización. La pérdida de propiedades ópticas viene asociada al efecto de la radiación UV en la zona. De acuerdo con los reportes de la Dirección de pronósticos y alertas hidrometeorológicas del INAMHI (2021), la zona del estudio recibe índices UV entre 9 y 12 considerados entre UV muy alta y extremadamente alta en la escala correspondiente.

Figura 15: Razones para reemplazo de cubiertas agroplásticas



Elaborado por: Juan Atiencia (2021).

Para el agroindustrial, la duración ideal del material sintético, debe corresponderse con el número de ciclos culturales, que él piensa llevar a cabo en cada caso particular, 4, 6, incluso más para el caso del invernadero. El número de ciclos es a menudo función de la situación económica. La tendencia general es la de alargar la duración natural de los plásticos, especialmente si se usan como cubiertas de invernadero. En algunos casos puede desearse justo lo contrario, esto es, que la película deje el menor número de restos posibles para no dificultar la práctica cultural siguiente. Hay dos procesos diferentes que pueden acelerar la degradación del plástico: un proceso químico o biológico (biodegradación) y un proceso físico (foto degradación). El primer tipo de degradación, la biológica, es la más conocida, a pesar de que en este campo no se trabaja con demasiada intensidad.

La mayoría de los plásticos son fotodegradables por naturaleza bajo el efecto combinado de la radiación ultravioleta, la oxidación, el calor, la fatiga mecánica, etc. Las películas fotodegradables, principalmente el polietileno, se degradan según un programa, que va unido a la adición de elementos especiales, que causan un proceso irreversible de envejecimiento (FAO, 2002).

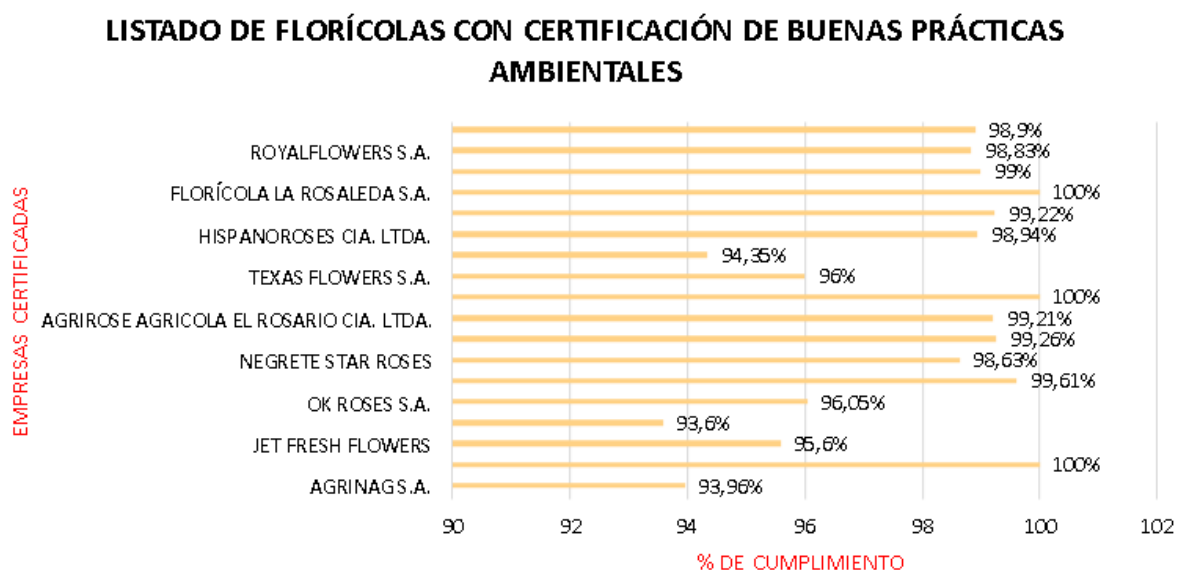
11.2.3. Destino de los Agropásticos

Al analizar el destino de las láminas plásticas desechadas, se estableció que las empresas florícolas están obligadas de cumplir con lo establecido en la ley para reciclado de agropásticos. Con respecto a las florícolas, se las considera generadoras de desechos especiales y como tales, están obligados a establecer protocolos de gestión de residuos, que incluye el acopio y la recolección y entrega a los gestores (INEN, 2012).

Estas acciones están incluidas en las guías de Buenas Prácticas Ambientales, para lo que las florícolas se ha certificado ante el organismo competente (Autoridad Ambiental Nacional ANN o la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable AAAR). Todas las florícolas industriales del sector se hallan registradas ante estas instancias, aunque las normativas internas han incidido en el nivel de cumplimiento de estas buenas prácticas ambientales. La figura 16 muestra los niveles de cumplimiento, observándose un rango entre el 93 y el 100% de cumplimiento. Esto indica que la gestión adecuada de plásticos agrícolas es una prioridad para las empresas. Aunque según (Hannequart, 2004) el sector agrícola es el sector con menor producción de residuos plásticos (1kg/habitante/año), la mayor parte de las aplicaciones agrícolas tienen una vida de tipo corto o medio (envasado, film para el ensilado, invernaderos, etc.).

Las láminas de plástico, al ser usadas en muchas aplicaciones de invernaderos por ser más baratos y más fáciles de poner y quitar, presentan serios obstáculos para el reciclaje, mismos que incluyen la degradación del film por los efectos de la radiación UV, la presencia de residuos de pesticidas, la humedad y la suciedad. Por ello debe ser tomado muy en cuenta el nivel de recambio de las láminas plásticas y la observación de los procedimientos. La empresa recicladora indicó que el plástico receptado, se lo somete a un proceso de lavado para eliminar las impurezas presentes y luego se destinan a la elaboración de tinas para uso agrícola, mediante fusión y extruido

Figura 16: Porcentaje de cumplimiento de Buenas Prácticas Ambientales por florícola en el área de estudio



Fuente: (EXPOFLOR).

El reciclado de materiales de las láminas agrícolas blandas, delgadas, generalmente muy sucias, es complicado y costoso porque las láminas son difíciles de triturar, separar y limpiar. Sin embargo, existe una gran demanda también de los reciclados de los plásticos utilizados, como PE-LD (polietileno de baja densidad) y PE-LLD (polietileno de baja densidad lineal), si los mismos son de buena calidad. Los criterios principales para que el proceso de reciclaje sea rentable y de bajo impacto ambiental son alto rendimiento de paso, una mínima sensibilidad frente a materiales contaminantes, bajos costes de desgaste, así como una gran constancia de calidad del producto final. Se ha establecido también que existe una fracción de agroplástico que no es reciclado adecuadamente. En las entrevistas realizadas, quedó en evidencia que principalmente los pequeños invernaderos no están dentro del control de las autoridades ambientales. Los destinos de las láminas de agroplástico desechado pasa a una segunda vida de uso, al ser comercializado ilegalmente a usuarios finales que les dan usos cotidianos como se muestra en la figura 17. Un gran problema de este tipo de uso es que los residuos de agroquímicos acumulados en las láminas pueden pasar al entorno y a las personas que los usan. Además, vez que el plástico pierde sus propiedades estructurales, se dispone al ambiente, convirtiéndose en microplástico de muy difícil recuperación y de alto impacto ambiental (Maraveas, 2020).

Los entrevistados también hicieron énfasis en que las láminas plásticas que ya no presentan una utilidad práctica son sometidas a incineración, con los consiguientes impactos ambientales y a la salud humana.

Figura 17: Usos no recomendados de láminas de agroplásticos desechados



Elaborado por: Juan Atencia (2021).

11.2.4. Procesos de gestión del agroplástico acopiado.

Los procesos de gestión aplicados por las empresas gestoras son principalmente de almacenamiento y transformación mas no de disposición final, como es el caso de la empresa de Productos Químicos Asociados S.A. (PQA) ubicada en el parque industrial de la ciudad de Quito-Pifo. El cantón Latacunga no existen empresas que estén ligadas a este proceso, siendo la Fábrica de Plásticos Cotopaxi ubicada en el cantón Saquisilí parroquia Chantilín-Grande la que se halla a cargo del área de influencia en la provincia de Cotopaxi.

Los procesos de gestión incluyen la recolección y acopio de plástico agrícola, mismo que consiste en la acumulación del plástico en el centro de acopio, con el objetivo de facilitar disposición final para asegurar la continuidad operativa. No fue posible visualizar el proceso directamente, debido a las políticas de la empresa, es por eso que solo se pudo acceder al proceso de acopio o almacenamiento de la misma (figura 18).

Según (Changoluisa, 2013), indique que: Los residuos peligrosos, no tratados adecuadamente por sus características corrosivo, tóxico, tóxico, reactivo, explosivo, inflamable y biológico. Son infecciosos o irritantes y representan una amenaza para el medio ambiente y la vida humana.

Figura 18: Acopio en la Empresa Plásticos Cotopaxi S.A.



Elaborado por: Juan Atiencia (2021).

Al no existir una ordenanza que regule los asentamientos dedicados al reciclaje de cubierta plástica de invernadero, se pudo evidenciar la escasa observación de los procesos ambientales en las instalaciones, ya que no existe señalización y separación alguna de los desechos. Inclusive los residuos se los traslada en saquillos reciclados de agroquímicos, lo que incrementa el riesgo de contaminación.

Se pudo observar que actualmente existe un alto índice de reciclaje con respecto a la plasticultura que este utiliza en el área de estudio. Un actor importante en este esfuerzo es la empresa Productos Químicos Asociados S.A. (PQA). Como principal importador-comercializador de la zona y del país establece el mecanismo de gestión basado en la normativa ambiental aplicable y es claro ejemplo de cómo se debe llevar a cabo este tipo de procesos, especialmente en al cantón Latacunga, debido al alto consumo por hectárea de cultivo bajo cubierta plástica.

Las instancias de gobernanza están en la obligación de crear instalaciones similares, que permitan un ciclo de vida adecuado a los tecno-fósiles del sector agrícola. Los procesos que la empresa PQA lleva a cabo incluye:

Almacenamiento

Dicha etapa consiste en la acumulación de plástico en el centro de acopio de la empresa, con el objetivo de facilitar el proceso de recolección y disponer de materia prima suficiente para asegurar la continuidad operativa. Dicho acopio se realiza al interior de la planta. Estas son almacenadas sin la mezcla de otros contaminantes con diferentes productos provenientes del reciclaje, que permita proteger los materiales de las condiciones climáticas en buen estado (figura 19).

Figura 19: Proceso de acopio en la empresa PQA



Elaborado por: Juan Atiencia (2021).

Desgarre y Molido

El principal objetivo es triturar las cubiertas que, debido a su alta suciedad, degradación y gran tamaño, y se la debe realizar en una desgarradora industrial. En la figura 20 se observa a la bandeja de transporte hacía el sitio de trituración.

Figura 20: Banda de transporte y desgarrador de cubiertas plásticas recicladas



Elaborado por: Juan Atencia (2021).

Lavado

El fin de este proceso es que las cubiertas plásticas para invernadero en desuso sean lavadas con el agua de lluvia, proveniente de los tanques de almacenamiento. Esta fase debe ser llevada a cabo con alta la eficiencia y observar un proceso riguroso, ya que es sumamente importante eliminar los contaminantes si uso de productos químicos (figura 21). Cabe anotar que la mayoría de recicladoras lo hacen con mangueras de manera precaria. Partiendo de que las películas o diversos artículos plásticos de uso agrícola tienen una alta probabilidad de estar impregnados o contaminados por agroquímicos, el material molido requiere de un triple ciclo de lavado con agua, seguido de un secado centrifugo en cada etapa. El efluente de los lavados después de haber sido decantado del lodo sólido, y ser debidamente neutralizada y tratada químicamente, es generalmente enviada a los tanques de lavado para ser reutilizada.

Figura 21: Proceso de lavado de agroplástico reciclado



Elaborado por: Juan Atiencia (2021).

Secado

Una vez lavado el agroplástico reciclado, se las somete a un proceso de secado en equipos altamente especializados y sofisticados. Por lo general el material molido debe hacerse pasar a través de un secador de aire caliente, minimizando con ello la presencia de humedad que pueda dificultar las etapas de procesamiento posteriores (figura 22).

Figura 22: Proceso de secado del agroplástico reciclado



Elaborado por: Juan Atiencia (2021).

11.3. Mecanismos de gestión sostenible de películas plásticas agrícolas desechadas.

Los desechos de agroplásticos están en contacto con contaminantes agrícolas y se combinan con productos químicos. Se han reportado casos de intoxicación, ya que las personas encargadas de acopio y disposición final, manipulan el material y luego se sirven sus alimentos. Por tal razón, la Autoridad Ambiental De Aplicación Responsable AAR establece criterios a cumplir para poder certificar el proyecto.

El actual sistema adolece de falencias ya que el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi (GADPC), organismo que mantiene las competencias de control ambiental, solo emite el permiso de operación, en tanto quien controla el funcionamiento respectivo es el MAE, como AAR de oficio. El mecanismo principal que se aplica actualmente es el de Gobernanza en base a normativa ambiental aplicable para las actividades de disposición final de tecno-fósiles agrícolas provenientes de cultivos bajo cubierta o invernadero, misma que establece como autoridad de regularización y control ambiental al Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MAE). El Municipio local es el ente encargado de establecer rutas de transporte y ordenanzas de ordenamiento territorial, el mismo que no estipula dentro de sus ordenanzas, la gestión de los desechos provenientes de la plasticultura.

11.3.2. Certificación de buenas prácticas ambientales

El certificado de buenas prácticas ambientales es un mecanismo de gestión aplicado para gestionar y controlar que las películas plásticas en desuso cumplan ciertos parámetros antes de ser dispuestos ante un gestor calificado como lo estipula la normativa aplicable. Esta certificación es para empresas ecuatorianas dedicadas a la producción y comercialización de flores ecuatorianas.

La Asociación de Productores y Exportadores de Flores (EXPOFLORES), es el actor principal de promover la responsabilidad social y ambiental del sector florícola. A continuación, se detallan los procesos que llevan a cabo para dicha certificación de buenas prácticas ambientales:

Implementación: Es el proceso interno que cada la empresa realiza previo a la certificación, ya que en la implementación de dicho proyecto se asegura de revisar y entender los documentos normativos, a saber, Reglamento de la Asociación, lista de Chequeo, y los diferentes anexos con respecto a módulos de bioseguridad, además de realizar un diagnóstico inicial de cumplimiento que puede verificarse a través de auditorías internas.

Solicitud de Certificación: La empresa deberá realizar la solicitud de certificación directamente a EXPOFLORES.

Auditoría de certificación: La auditoría de certificación se realiza todos los años a las empresas que se encuentren certificadas. La auditoría de certificación anual será realizada 30 días antes de cumplirse la vigencia del certificado hasta máximo 30 días después de la fecha de caducidad para mantener la fecha de certificación. Si no se realiza la auditoría en este tiempo, la finca perderá su historial de certificación.

Entrega de Informe: El organismo certificador deberá emitir un informe a las empresas para el conocimiento de los hallazgos encontrados en la auditoría detallando de tal manera las no conformidades, observaciones y fotografías. El informe deberá ser entregado en un plazo no mayor a 7 días laborables desde el día de la auditoría. Al final se especificará el promedio obtenido por la empresa para la decisión de certificación.

Envío del plan de acción: La empresa a certificarse es la responsable de realizar el plan de acción de la finca o fincas (multisitios) que incluyan acciones preventivas y correctivas basadas en los hallazgos de la auditoría.

Emisión del certificado. El Comité de Certificación del OC es el responsable en la toma de decisión de certificación de la empresa; así como es el responsable de la suspensión y/o retiro de la misma a la empresa si es que bajo su criterio se incumple y se emite el certificado valido por un año (figura 23).

Figura 23: Certificación de buenas prácticas ambientales que utilizan cubierta plástica bajo invernadero del cantón Latacunga

Parroquia Rural	Empresa Certificadas [Buenas Prácticas Ambientales]
Joseguango bajo	AGRINAG S.A.
Aláquez	JARDINES PIAVERI CIA. LTDA.
Aláquez	JET FRESH FLOWERS
Pooló	AGRINAG S.A. ROSAS LA MARTINA
Pooló	OK ROSES S.A.
Pastocalle	ECUANROS S.A., ECUADORIAN NEW
	NEGRETE STAR ROSES
	GROWERFARMS S.A.
	AGRIROSE AGRICOLA EL ROSARIO CIA. LTDA.
Tanicuchi	ECOROSAS S.A.
	TEXAS FLOWERS S.A.
	ROSAS DEL COTOPAXI CIA. LTDA.
	HISPANOROSAS CIA. LTDA.
Mulaló	AGROCOEX S.A., AGROPROMOTORA DEL COTOPAXI
	FLORICOLA LA ROSALEDA S.A.
	FLORANATION
	ROYALFLOWERS S.A.



Parroquia Urbana	Empresa Certificadas [Buenas Prácticas Ambientales]
Juan Montalvo	No existe
San Buena.Aventura	No existe
Eloy Alfaro	NARANJO ROSES ECUADOR S.A.
La Matriz	No existe
Ignacio Flores	No existe

Elaborado por: Juan Atencia (2021).

A pesar de que las empresas florícolas obtengan la certificación de buenas prácticas ambientales, éstas no son capaces de establecer mecanismo de gestión que aproveche los residuos ni maneje sus desechos ya sea como generador o gestor. Por ello requieren recurrir a gestores con la tecnología adecuada a la problemática planteada, como PQA.

11.3.3. Competencias y entidades responsables de la gestión integral de desechos sólidos y/o especiales.

El Consejo Nacional de Competencias (CNC, 2019), indica que en el Ecuador la prestación del servicio público de manejo de desechos sólidos y/o especiales es una competencia exclusiva de los gobiernos autónomos descentralizados municipales tal como lo establece la Constitución y el COOTAD. La gestión se apoya en los lineamientos emitidos por el Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional. La Autoridad Ambiental Nacional y otras entidades competentes, dictará las normas para la gestión integral de desechos y residuos que afecten la salud humana; las cuales serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas. En el Ecuador los principales actores institucionales que intervienen en el manejo de la gestión ambiental y los residuos sólidos y/o especiales son las siguientes instituciones:

Autoridad Ambiental Nacional (AAN), ejercida por el Ministerio del Ambiente a través de las facultades de rectoría, planificación, regulación y coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

Autoridad Ambiental de Aplicación Local, que consta de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales y municipales.

Autoridad Competente. - En el Art. 313- “Capítulo-quinto-Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas de la Constitución del Ecuador”; consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA) está conformado por las instituciones del Estado con Competencia Ambiental, dirigido por la Comisión Nacional de Coordinación, integrada de acuerdo a lo establecido por lo tanto El Ministerio de Coordinación de los Sectores Estratégicos tiene como misión dirigir las políticas y acciones de las instituciones que integran los Sectores Estratégicos (Ministerio del Ambiente y Agua, Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Ministerio de Recursos No Renovables, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable).

El (MAE) es la Autoridad Ambiental Nacional (AAN) cuya misión es dirigir la gestión ambiental, a través de políticas, normas e instrumentos de fomento y control, para lograr el uso sustentable y la conservación del capital natural del Ecuador. El MAE tiene el rol de rector, coordinador y regulador del SNDGA, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado.

Los GAD Municipales y Metropolitanos, en el ámbito de sus competencias coordinarán, vigilarán y controlarán la gestión y disposición final adecuada de los desechos, a fin de propiciar ambientes saludables, limpios, y poder precautelar la salud de la población. Estas competencias permitirán coordinar, vigilar y controlar todas consistencias de los desechos sólidos y/o especiales para prevenir los impactos ambientales y afectación a la salud del ser humano.

11.3.4. Autorización administrativa ambiental.

De acuerdo con el Artículo 25 de la reforma al texto unificado de legislación secundaria del Ministerio de Medio Ambiente (Registro Oficial, 2015), se requiere el licenciamiento Ambiental para la disposición final de desechos peligrosos y/o especiales por los riesgos en la salud en el territorio impactado, afectación de los recursos naturales y el ambiente. Por consistencia la licencia ambiental se establece por el Estudio del Impacto Ambiental (EIA) debido a las fases o etapas de construcción y operación.

Trámites para la licencia ambiental (Gestores)

El trámite orientado a emitir Autorizaciones Administrativas Ambientales tipo "Licencia Ambiental" es por la Autoridad Ambiental Competente (Ministerio del Ambiente o Gobierno Autónomo Descentralizado) a través del Sistema Único de Información Ambiental – SUIA.

Requisitos Obligatorios:

a) Certificado de Intersección. Es un documento emitido por esta Cartera de Estado, mediante el cual se certifica que un proyecto interseca o no con un Área Protegida, perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) o Patrimonio Forestal del Estado (PFE) (Agua, 2019). Este documento permitirá verificar o testimoniar si la obra o proyecto no se encuentra dentro de los límites o dentro de un área protegida.

b) Estudio de Impacto Ambiental. Es un documento técnico que se realiza para valorar los impactos ambientales de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente.

c) Registro de gestor de desechos especiales de acuerdo a lo establecido en la Normativa Ambiental aplicable, para lo cual el Ministerio del Ambiente establecerá los procedimientos aprobatorios respectivos Mediante acuerdos.

d) Informe de Sistematización del Proceso de Participación Ciudadana. Este documento permite sustentar las acciones de una obra o proyecto mediante los criterios de los ciudadanos e incorporar al estudio de impacto ambiental.

d) Pago por Servicios Administrativos. Este documento se establece a la tasa por servicios administrativos como el valor por la contraprestación del servicio administrativo que brinda la Función Judicial a petición y estricto interés del usuario y es de 180 USD.

e) Póliza o garantía por responsabilidades ambientales. Controlar el estado del riesgo permiten la trascendencia del objeto del seguro ambiental, pues se convierte en un instrumento de protección al medioambiente.

Trámites para la Registro o Permiso ambiental (Generadores)

El trámite está orientado a emitir Autorizaciones Administrativas Ambientales tipo "Registro ambiental" es por el Gobierno Autónomo Descentralizado) a través del Sistema Único de Información Ambiental – SUIA .

Requisitos Obligatorios:

a) Certificado de Intersección. Documento emitido por esta Cartera de Estado, mediante el cual se certifica que un proyecto interseca o no con un Área Protegida, perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) o Patrimonio Forestal del Estado (PFE) (Agua, 2019). Este documento permitirá verificar o testimoniar si la obra o proyecto no se encuentra dentro de los límites o dentro de un área protegida.

b) Estudio de Impacto Ambiental. Documento técnico que se realiza para valorar los impactos ambientales de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente.

c) Pago por Servicios Administrativos. Documento en el cuál se establece a la tasa por servicios administrativos como el valor por la contraprestación del servicio administrativo que brinda la Función Judicial a petición y estricto interés del usuario y es de 180 USD.

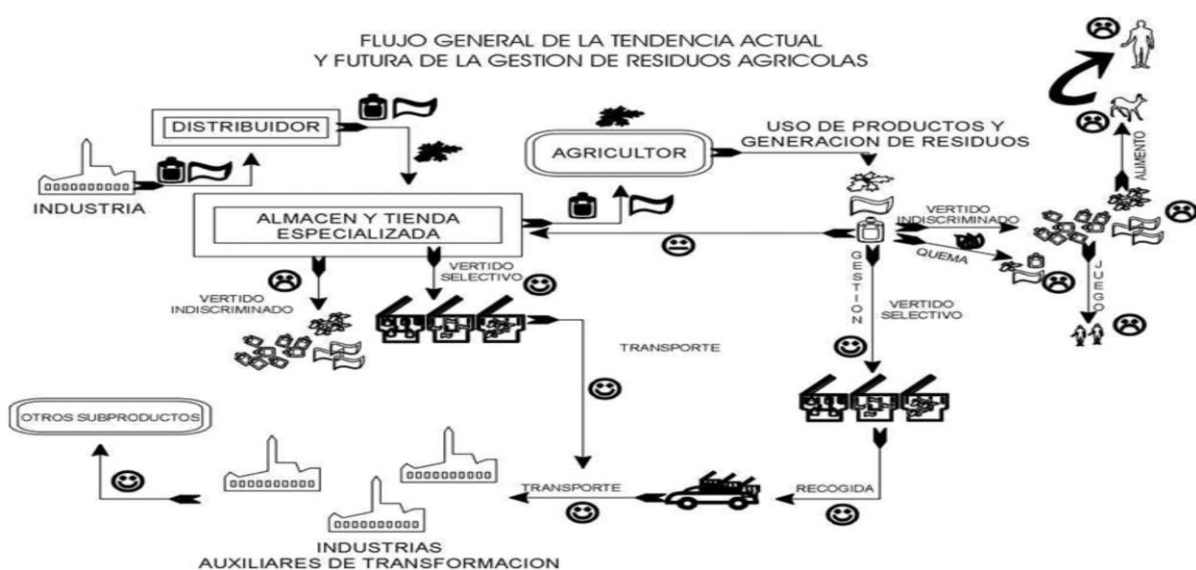
11.4. Modelo de gestión sostenible de películas plásticas en desuso.

11.4.1. Estrategia de gestión residuos plástico en desuso

En la zona agrícola del Cantón Latacunga y sus cantones aledaños, se ha estructurado durante años de manera informal el reciclaje de plástico. Dichas prácticas de alguna manera han contribuido a disminuir el impacto sobre el medio ambiente y han generado puestos de trabajo. Sin embargo, es necesario mejorar esta práctica con el objetivo de aumentar reciclaje y disminuir la generación de residuos catalogados como especiales por el Acuerdo 142 del Ministerio de Ambiente (Registro Oficial, 2012), y establecer una gestión integral.

La gestión integral de la mano con una economía circular implica una serie de actividades que ayuden a controlar la generación, separación, almacenamiento, recolección, tratamiento, y disposición final. Estas permitirán disminuir la cantidad de residuos se dispongan en los rellenos sanitarios, minimizando así el impacto ambiental, reduciendo los efectos negativos sobre la salud de la población, impidiendo la generación de micro basurales y evitando el impacto a nivel paisajístico. La gestión integral se basa en la legislación que permite reducir las liberaciones de contaminantes plásticos al ambiente y como parte del ciclo circular de vida de los materiales, retornar dichos materiales a procesos de producción y generación de nuevos productos y subproductos (figura 24).

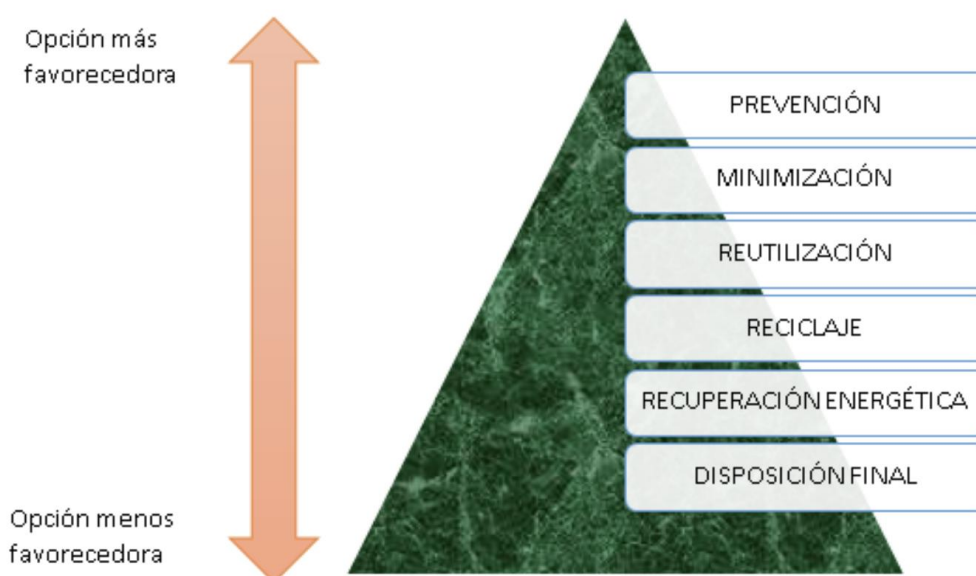
Figura 24: Diagrama de flujo para la gestión sostenible de tecno-fósiles agrícolas



Fuente: (Mendoza, 2017)

Los mecanismos que utiliza el MAE como Autoridad Ambiental Nacional, es muy estricta y rigurosa ya que establece parámetros a cumplir a seguir, más no a capacitar como se debe proceder ante un impacto inminente lo cual, es un pasivo ambiental a largo plazo. De esta manera se trata de fomentar las diversas tecnologías propuestas en la presenta investigación, tales como notificación o prevención, reutilización, reducción, reciclaje, valoración energética, tratamiento, y como último recurso, su disposición final de manera controlada (figura 25). En este sentido, el objetivo principal de este proyecto es contribuir al actual manejo de residuos plásticos con la finalidad de disminuir la generación de estos y contribuir al reciclaje, para evitando así una mala disposición en cualquier instancia de la gestión (Mendoza, 2017).

Figura 25: Opciones para la gestión de tecno-fósiles agrícolas



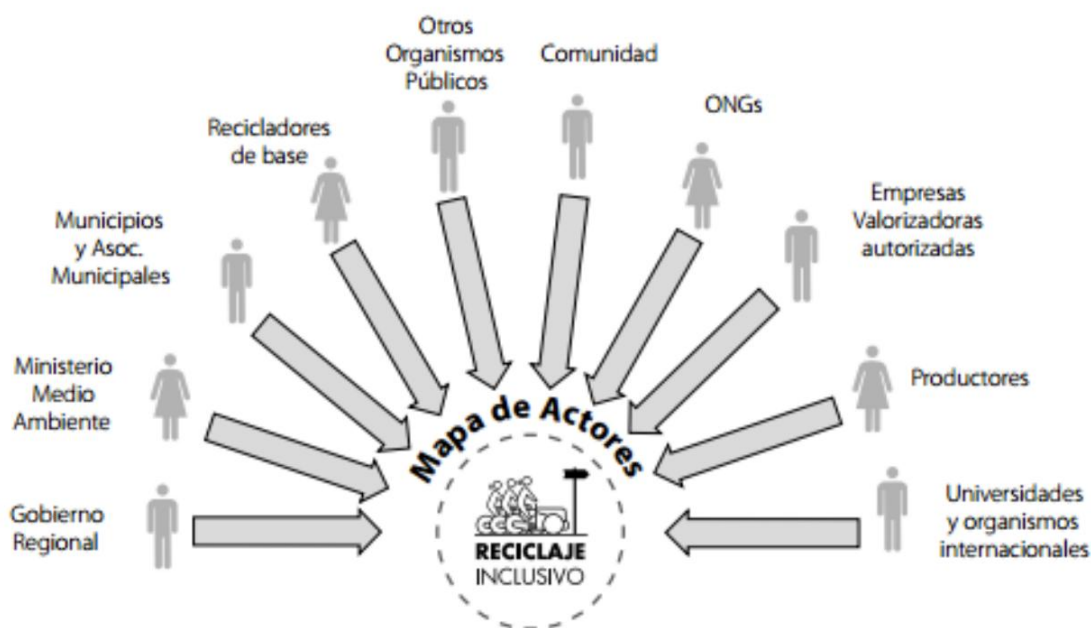
Fuente: (Mendoza, 2017)

11.4.2. Involucrados estratégicos

En el sistema local de reciclaje de agroplástico, se han identificado tres actores críticos, los agricultores que usan y recolectan el material de sus predios y lo acopian para su posterior comercialización (ganancia por ingreso de las ventas). Luego vienen los recicladores de plástico agrícolas, quienes ejecutan labores de recolección, pre-tratamiento (clasificación, lavado y enfardado), distribución y comercialización a la empresa recicladora. El actor final es el encargado de la recuperación de residuos, por medio de la reutilización, reciclaje y valorización energética, mediante procesos mecánicos, térmicos y químicos.

Considerando estos actores, para establecer una gestión integral de los residuos, se debe crear una red con todos los aliados estratégicos para fomentar un reciclaje inclusivo. El TULSMA considera a diversos actores tales como Gobiernos provinciales, municipios, productores, ONG, MAE, MAG, entre otros, considerándolos como generadores de información respecto al reciclaje de estos plásticos (figura 26).

Figura 26: Participantes estratégicos para la gestión integral de agroplásticos



Fuente: (Mendoza, 2017)

11.4.3. Educación Ambiental estratégica

La educación ambiental se define como un proceso de carácter formativo permanente, ya sea formal o no formal, cuyo propósito es que la comunidad desarrolle valores, conceptos, habilidades y aptitudes que permitan generar una conciencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio biofísico circundante, considerando que la comunidad posee un rol fundamental en el tratamiento de residuos. El sistema de gestión de residuos plástico agrícolas, no presenta estrategias que permitan mejorar las condiciones iniciales. Es por ello que la educación ambiental es el elemento principal que permite promover un sistema integral de residuos, involucrando sus principales actores, agricultores y recicladores de plástico agrícolas. Para fomentar un sistema integral en conjunto con estos actores, se debe promover un programa de educación ambiental que promuevan dentro de la comunidad agrícola, el diseño de estrategias para prevenir la generación de residuos.

Dentro de los tópicos más relevantes que tienen que estar presentes en los programas educativos que promuevan la gestión integral de residuos plásticos, se deben diferenciar los grupos objetivo, agricultores y recicladores. En la tabla 2, se muestra los principales temas que se propone incluir en los programas de educación ambiental. Como plantea (Vaca, 2020), en la actualidad solo existen asociaciones que se encuentran regularizadas desde el año 2016 y mantienen relación directa con el ente rector quien es la empresa pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga (EPAGAL), y estas solo están encargadas del reciclaje de residuos comunes.

Tabla 4. Usos de los plásticos en agricultura.

<i>Agricultores</i>	<i>Recicladores</i>
Conciencia sobre el reciclaje de plástico, y los beneficios/problemas medio ambientales que estos generan.	Optimización del sistema de recolección y reducción de tiempo de traslado.
Capacitación sobre el manejo y acopio de los residuos plásticos, para evitar la generación de elementos no reciclable.	Capacitación en materia contable, centralizándose en costos operacionales, remuneraciones e ingresos.
Capacitación sobre el uso y selección del tipo de plástico utilizando en los invernaderos.	Uso eficiente de los recursos energéticos y suministro de agua.
Capacitación sobre la legislación que regulariza la gestión de residuos, enmarcado en la legislación vigente.	Capacitación sobre la legislación que regulariza la gestión de residuos, enmarcado en la legislación vigente.
Capacitación para prevenir la generación de residuos plástico.	Capacitación sobre la formalización del negocio, y modelos de organización.

Elaborado por: Juan Atencia (2021).

12. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS

Dentro de los impactos que se pueden encontrar en el proyecto se encuentran los impactos sociales, económicos y ambientales, los cuales, estimaron resultados que contribuirán a futuras investigaciones, por lo cual, brindarán nuevas ideas que fomenten el desarrollo de la comunidad de modo que, se puedan evitar problemas de sostenibilidad en el sector.

12.1. Impactos sociales

El impacto social dentro del proyecto se encuentra comprometido a identificación y tecnificación, que está orientada a promover el incremento de la autogestión local, de forma que se permita alcanzar un mayor grado de participación en la toma de decisiones dentro de la sociedad. Del mismo modo, permitirá el mejoramiento de los ecosistemas de producción y los ingresos de los recicladores de la región, no solamente a corto plazo, sino también con una visión sostenible y respetando los derechos de futuras generaciones.

Por otro lado, se brindará una importante atención a las necesidades sociales de la población, como la capacitación hacia los generadores de desechos por parte del sector agrícola, por medio de gestiones institucionales como MAG y MAE, organizaciones agropecuarias y demás, lo que permitirá lograr una mejor calidad de vida, y mejorar la gestión de trazabilidad de estos residuos y conocimientos ambientales dentro del manejo de los mismos, para que se les sea otorgados los derechos y beneficios que según la ley ampara como incentivos agropecuarios, seguros y demás.

12.2. Impactos Ambientales

Una de las perspectivas más importantes del proyecto fue la ambiental. Se pudo determinar y detallar la trazabilidad de estos residuos conjuntamente con su superficie con respecto a cubierta plástica. De esta manera el proyecto pretende servir como base para futuros estudios, definiendo un mecanismo adecuado para un manejo sostenible.

También se plantea aumentar los conocimientos ambientales entre comercializadores y recicladores por medio de la participación activa de la población en actividades ecológicas y capacitaciones ambientales, tales como reciclaje y correcto manejo de residuos agrícolas.

El propósito es reducir los impactos que originamos con nuestras actividades diarias, de modo que podamos preservar el equilibrio de los diferentes ecosistemas y su potencial para el desarrollo.

12.3. Impactos Económicos

La actividad agrícola en el cantón Latacunga ha sido por mucho tiempo el motor económico del sector, debido a la demanda de mano de obra, requerimiento de bienes y servicios y el uso de suelo. La falta de control por parte de las autoridades de medio ambiente y de salud han ocasionado graves enfermedades infecto-contagiosas, en los trabajadores y en personas que viven en los alrededores de las empresas florícolas, debido al uso intensivo de plaguicidas y una serie de insumos como plásticos de invernaderos, envases de agroquímicos, por lo tanto, muchas veces las condiciones de trabajo en las empresas son inhumanas, injustas y precarias. La propuesta de reciclaje organizado puede incrementar el valor del producto recuperado, lo que redundaría en mejores ingresos para los recicladores.

13. PRESUPUESTO.

Tabla 4. Usos de los plásticos en agricultura.

RECURSOS	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)	
HUMANO	Investigador				
	Tutor				
TECNOLÓGICO	Programa QGIS	1	\$ 33,00	\$ 33,00	
	Internet	12	\$ 18,00	\$ 216,00	
OFICINA	Resmas de papel	3	\$ 4,50	\$ 13,50	
	Esferos	5	\$ 0,75	\$ 3,75	
	Marcadores	3	\$ 0,90	\$ 2,70	
OTROS	Guías de buenas prácticas ambientales	1	\$ 25,00	\$ 25,00	
	Artículos científicos de paga	4	\$ 40,00	\$ 160,00	
	Impresiones	320	\$ 0,15	\$ 48,00	
	Anillados	3	\$ 20,00	\$ 60,00	
	Empastado	1	\$ 15,00	\$ 15,00	
	SUBTOTAL				\$ 576,95
	10 % DE IMPREVISTOS				\$ 57,69
TOTAL				\$ 1211,59	

Elaborado por: Juan Atencia (2021).

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

La mala disposición de los agroplásticos es un problema ambiental y sanitario que afecta tanto a la población como al medio ambiente, siendo imprescindible la colaboración de todos los actores para su gestión integral. Se ha logrado establecer la relación espacial de la distribución de las fuentes de plásticos agrícolas en desuso estimando a las parroquias de Mulalo, Tanicuchi y Pastocalle como las parroquias con mayor cantidad de cubierta plástica.

Las percepciones de los diferentes actores en la problemática del reciclaje de plástico estipularon ser parte de una actividad denigrante debido a sus precarias situaciones laborales evidenciadas en la empresa "Plásticos Cotopaxi S.A

El planteamiento de soluciones a la gestión sostenible de los residuos especiales agrícolas, tal como lo realiza la empresa Productos Químicos Asociados S.A, contribuye a reducir el impacto de la disposición final de tecnofósiles, enfocándose en su reciclaje.

Si bien la legislación actual de gestión de desechos especiales da un marco de acción tanto para productores como gestores, en la actualidad no existe ley o decreto que incluya a los pequeños agricultores en invernadero dentro de los productores y gestores de desechos especiales, y permita una gestión integral de dichos desechos.

En el cantón Latacunga se han desarrollado sistemas de gestión informales, que permiten reciclar cerca de 90% de los plásticos generados en invernaderos registrados con gestores. Los procesos de recolección, acopio de materia prima y pre-lavado se llevan a cabo en centros de acopio locales. El vado, secado y enfardado, transformación, distribución y comercialización son ejecutados por una empresa gestora especializada, por lo tanto, los efluentes provenientes de la operación de lavado, pueden contener diversos compuestos químicos que deben ser manejados con un sistema de reciclaje de agua y disposición adecuada de lodos.

Los procesos sostenibles de gestión propuesto se enfocan en la inclusión de todos los actores (Productores, consumidores y diversas entidades públicas y privadas), favoreciendo la adecuada valorización energética de los materiales recuperados y la sostenibilidad de la plasticultura.

14.2. Recomendaciones

Evaluar mecanismos de incentivo para una gestión integral basado en la responsabilidad Extendida del Productor, que los obliga a hacerse cargo del ciclo de vida los productos prioritarios, y fomenta la prevención, reutilización, reducción, reciclaje, valorización energética y tratamiento de los residuos.

Desarrollar un sistema de trazabilidad, involucrando tanto a los proveedores como a los productores y gestores de agroplásticos, que permita ampliar la gama de residuos que se procesan, obtener ingresos por los servicios de recolección (por parte de los productores) y mejorar las condiciones laborales de los trabajadores de los centros de producción y de acopio.

Desarrollar encuestas Agrícolas institucionales que puedan ser aplicadas por las escuelas de ambiente e Ingeniería Agronómica como parte de observatorios ambientales, que permita recopilar información detallada sobre la generación y reciclaje de los plásticos.

Probar un algoritmo directamente aplicable, de reconocimiento de áreas de cultivo bajo plástico mediante el programa de Google Earth, que pueda facilitar el reconocimiento de las cubiertas plásticas y su avance de reducción temporal.

Desarrollar por parte de la Universidad Ecuatoriana, programas intensivos de educación tanto a gestores a productores de desechos especiales de agricultura.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, L. (2018). *Evaluación de la degradación de polietileno de baja densidad mediada por diferentes especies de hongos*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7410/1/139174.pdf>

Bauzo & Gaviglio. (2006). *El cultivo bajo mantos plásticos*. <https://revista.consumer.es/portada/el-cultivo-bajo-los-mantos-de-plastico.html>

Cáceres Castejón, D. (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua. Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático*. Global Water Partnership.

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/Tecnologias_para_el_uso_sostenible_del_agua.pdf

Besen, G., Candamil, J., Ochoa, M., & Jacobi, P. (2017). *Mecanismo de accountability en la gestión de residuos sólidos en Colombia y Brasil*. https://www.researchgate.net/profile/GinaBesen/publication/325370549_Mecanismos_formales_de_accountability_participativo_un_analisis_comparativo/links/5e567d70a6fdccbeba036e62/Mecanismos-formales-de-accountability-participativo-un-analisis-comparativo.pdf

Borja, D. (2020). *Valoración de los Indicadores de sostenibilidad bajo los lineamientos de la FAO para la Universidad Técnica de Cotopaxi Campes CEASA*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7080/1/PC-001021.pdf>

Castellón, H. F. (2021). *El desarrollo de la agroplasticultura en Iberoamérica: 20 años de actividades del CIDAPA*.

Calvache, J. A. (2018). *Diagnóstico situacional del Cantón Latacunga para identificar los posibles Problemas Turísticos* (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

https://www.latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga_2016-2028.pdf

Camacho, K. (2020). Determinación de sustentabilidad, social, económica y ambiental de la producción de la comunidad de Canchagua Chico. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7082/1/PC-001023.pdf>

Castellón Petrovich, H. F. (2017). *El desarrollo de la agroplasticultura en Iberoamérica: 20 años de actividades del CIDAPA.*

https://www.researchgate.net/profile/HelloFaustinoCastellon/publication/350441906_El_desarrollo_de_la_agroplasticultura_en_Iberoamerica_20_anos_de_actividades_del_CIDAPA/links/605f81f592851cd8ce6fb59f/El-desarrollo-de-la-agroplasticultura-en-Iberoamerica-20-anos-de-actividades-del-CIDAPA.pdf

Castro, M. (2018). *Evaluación del grado de deterioro y el nivel de contaminación de los residuos plásticos de cubiertas de invernaderos provenientes de las florícolas del Distrito Metropolitano de Quito.* <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2245/1/CD-3015.pdf>

Cearreta, A. (2015). *La definición geológica del Antropoceno según el Anthropocene Working Group (AWG).* <https://www.researchgate.net/publication/301487509>

Ciudadanos, P. U. (2020). *Emisión de licencia ambiental para proyectos, obras o actividades considerados de mediano o alto impacto y riesgo ambiental siendo de carácter obligatorio*. Quito Ecuador: Ministerio del Ambiente.

Colmena, G. (2011). *Procedimiento para la gestión y disposición de residuos*. Obtenido de procedimiento para la gestión y disposición de residuos: <https://gerenciacampus.uniandes.edu.co/content/download/2304/11870/file/5.%20Disposicion%20de%20Residuos.pdf>

Changoluisa, P. (2013). *Sistema de manejo de los residuos sólidos peligrosos generados por las florícolas ubicadas en el cantón Pedro Moncayo*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1365/1/T-UCE-0012-257.pdf>

Charinpanitkul, T., Ruenjaikaen, K., Sunsap, P., Wijitamornlert, A., & Kim, K. (2007). *Optical Transmission of Greenhouse Film Prepared from Composite of Polyethylene and Microsilica*. 13.

Climent, M., & Pérez, E. (1996). *Corrosividad de los gases de combustión del PVC sobre el acero embebido en hormigón*.

CNC. (2019). *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuente de información de la competencia de desechos sólidos* (p. 64) [Informe].

Coba, R., Emilys, M., & Brito, H. (2020). TREATMENT OF LEACHING OF AN EMERGING CELL IN A SANITARY FILLING. *Proceeding TEAM, VII*, 28. https://www.researchgate.net/publication/349423668_TREATMENT_OF_LEACHING_OF_AN_EMERGING_CELL_IN_A_SANITARY_FILLING

COOTAD. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización*. Sector Público Gubernamental.

Competencias, C. N. (2019). *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos*. Quito: 1ra Edición - Quito, 2019.

Delgado, A. E., Aperador, W., & Bautista Ruíz, J. H. (2011). Optical properties of ldp films with different additives mixtures. *Ingeniería y Ciencia*, 7, 49–70. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-91652011000200003&nrm=iso

Dibley, B. (2018). The Technofossil: A Memento Mori. *Journal of Contemporary Archaeology*, 5, 44–52. <https://doi.org/10.1558/jca.33380>

Espi, E. (2006). PLastic Films for Agricultural Applications. *Journal of Plastic Film & Sheeting - J PLAST FILM SHEETING*, 22, 85–102. <https://doi.org/10.1177/8756087906064220>

FAO. (2002). *El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo* (Vol. 90). Grupo de Cultivos Hortícolas. <http://www.fao.org/3/S8630S/s8630s00.htm#Contents>

Garnaud, J. (2006). *El estado del arte de la plasticultura*. <http://uruza.blogspot.com/2015/05/agroplasticultura-libro-pdf.html>

González, E. (2018). *Invernaderos, materiales e insumos en Ecuador*. <https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName=DAX2018791783&site=icexES>

Gudynas, E. (2003). *Eología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible*. Quito.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8665/LA%20PROBLEMA%20TICA%20AMBIENTAL%20Y%20EL%20DETERIORO%20DE%20R.N.%20EN%20EL%20ECUADOR.%20UNA%20PERSPECTIVA%20DESDE%20LA%20GEOGRAFIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hannequart, J. P. (2004). *RECICLAJE DE RESIDUOS PLÁSTICOS, UNA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS POR Y PARA LAS AUTORIDADES LOCALES Y REGIONALES*. La Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje.
<http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2011/08/reciclaje-plasticos.pdf>

INAMHI. (2021). *Pronóstico del Índice Ultravioleta* (No. 191; p. 1).
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico/radiacion.pdf>

INEC. (2012). *Proyecciones y estudios demográficos*. Recuperado el 16 de Julio de 2020, de Sistema Nacional de Información: <https://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos>

INEN. (2012). *Disposición de Productos Plásticos en desuso provenientes del sector Agrícola*. (Norma INEN 2588). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/NTE-ENEN-2588-disposicion-plasticos-agricolas.pdf>

Infoagro. (2021). *Los plásticos en la agricultura. materiales de cubierta para invernaderos*. [Agricultural information]. Infoagro.
https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/plasticos3.htm

Inocente, C. (2018). “*Plasticultura y Medio ambiente Reciclado y Valorización de Residuos Plásticos Agrícolas.*” https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_inocenti_-_cisb_2014.pdf

Kyrikou, I., & Briassoulis, D. (2007). Biodegradation of Agricultural Plastic Films: A Critical Review. *Journal of Polymers and the Environment*, 15, 125–150. <https://doi.org/10.1007/s10924-007-0053-8>

Lan, T., Wang, T., Cao, F., Yu, C., Chu, Q., & Wang, F. (2021). A comparative study on the adsorption behavior of pesticides by pristine and aged microplastics from agricultural polyethylene soil films. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 209, 111781. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111781>

Luz, J., Paes, S., Dias Nunes, M., Silva, M., & Kasuya, M. C. (2013). Degradation of Oxo-Biodegradable Plastic by. *PloS One*, 8, e69386. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069386>

Maraveas, C. (2020). Environmental Sustainability of Plastic in Agriculture. *Agriculture and Environment*, 10. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080310>

Mendoza, S. (2017). *Proyecto de gestión integral de residuos plásticos agrícolas provenientes de la región de valparaíso* [universidad técnica federico santa maría]. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/22995/3560900231903UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio del Ambiente. (2010). *Plan Nacional de la Calidad del Aire*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>

Mira, E. (2018). *Invernaderos, materiales e insumos en Ecuador*. Oficina Económica y Comercial de España en Quito.

<https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName=DOC2018787756&urlNoAcceso=/icex/es/registro/iniciar-sesion/index.html?urlDestino=https://www.icex.es:443/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/sectores/industria-y-tecnologia/documentos/DOC2018787756.html&site=icexES>

Miranda, E., Mutiara, A., Emastuti, & Wibowo, W. (2018). *Classification of Land Cover from Sentinel-2 Imagery Using Supervised Classification Technique (Preliminary Study)*. 69–74. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech.2018.8528122>

Mutanga, O., & Kumar, L. (2019). Google Earth Engine Applications. *Remote Sensing*, 11, 591. <https://doi.org/10.3390/rs11050591>

Nawaz, A., Iqbal, Z., & Ullah, S. (2015). *Performance analysis of supervised image classification techniques for the classification of multispectral satellite imagery*. 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICASE.2015.7489513>

Papadakis, G., Briassoulis, D., Scarascia-Mugnozza, G., Vox, G., Feuilloley, P., & Stoffers, J. A. (2000). Radiometric and thermal properties of, and testing methods for, greenhouse covering materials. *Journal of Agricultural Engineering Research* 77 (1), p. 7-38.

Registro Oficial. (2012). *Listado nacional sustancias químicas peligrosas desechos* (IV, Vol. 856). Tribunal Constitucional de la República del Ecuador. <https://lexis.ueb.edu.ec/Webtools/LexisFinder/ImageVisualizer/ImageVisualizer.aspx?id=E4AD3A01A5C3E62434B20ED7425F42D2A12766EB&type=RO&pagenum=2>

Registro Oficial. (2008). *Procedimiento para Registro de Generadores de Desechos Peligrosos, Gestión de Desechos Peligrosos*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-026-Procedimientos-Registro-generadores-desechos-peligrosos.pdf>

Registro Oficial (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Registro Oficial. (2015). *REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI*, (Vol. 316). Tribunal Constitucional de la República del Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-61.pdf>

Salazar, G. (2010). *Resultado de la concesión de Crédito de Desarrollo Humano en el sector agropecuario del cantón Latacunga*. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6849/7.36.001426.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Scarascia, G., Sica, C., & Russo, G. (2012). Plastic materials in European agriculture: Actual use and perspectives. *Journal of Agricultural Engineering*, 42. <https://doi.org/10.4081/jae.2011.3.15>

Srinidhi, A., & Nazareth, D. (2018). *Use of plastic in agriculture is improving yield, but here's what else it's doing*. Environment. <https://www.youthkiawaaz.com/2018/07/beating-plastic-pollution-in-agriculture-the-need-of-the-hour/>

Thompson, R., Swan, S., Moore, C., & vom Saal, F. (2009). Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 364, 1973–1976. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054>

Tudor, V., Smedescu, D., Fîntîneru, G., Fîntîneru, A., N rcu, A., & Iova, R. A. (2019). Plasticulture: Diffusion of Plastic Materials in the Agricultural Sector. *Materiale Plastice*, 56, 730–734.

Vaca, G. (2020). *Análisis de la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Latacunga*. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/16571>



Wang, T., Yu, C., Chu, Q., Wang, F., Lan, T., & Wang, J. (2020). Adsorption behavior and mechanism of five pesticides on microplastics from agricultural polyethylene films. *Chemosphere*, 244, 125491. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125491>

Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Ivar do Sul, J. A., Corcoran, P. L., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Edgeworth, M., Gałuszka, A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Steffen, W., Summerhayes, C., Wagnreich, M., Williams, M., Wolfe, A. P., & Yonan, Y. (2016). *The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene*. In *Anthropocene* (Vol. 13, pp. 4–17). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.01.002>

Zenner de Polania, I., & Peña Baracaldo, F. (2013). PLASTICOS EN LA AGRICULTURA: BENEFICIO Y COSTO AMBIENTAL: UNA REVISION. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16, 139–150. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262013000100017&nrm=iso

16. ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA PARA IMPORTADORES, COMERCIALIZADORES Y USUARIOS

 ENCUESTA DE PELÍCULAS PLÁSTICAS BAJO CUBIERTA LATACUNGA-COTOPAXI		 Ingeniería Medio Ambiente												
N° FICHA: <input style="width: 150px;" type="text"/>														
I.- ANTECEDENTES														
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL :														
UBICACIÓN: X: Y:														
DIRECCIÓN:														
Provincia	Cantón	Parroquia												
Barrio	Calles													
SECTOR														
URBANO		RURAL												
2.- CANTIDAD DE VOLUMEN MENSUAL COMERCIALIZADA														
¿Cuánto plástico para cubierta bajo invernadero se comercializa cada mes?	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Toneladas</th> <th style="width: 50%;">Kilogramos</th> </tr> <tr> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> </table>		Toneladas	Kilogramos	<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>								
Toneladas	Kilogramos													
<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>													
¿Cuánto plástico para cubierta bajo invernadero se desecha mensualmente por tener malas condiciones y causas son esas causas?	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Toneladas</th> <th style="width: 50%;">Kilogramos</th> </tr> <tr> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> </table> Causas:		Toneladas	Kilogramos	<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>								
Toneladas	Kilogramos													
<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>													
¿Cuánto plástico de cubierta bajo invernadero se reutiliza?	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Toneladas</th> <th style="width: 50%;">Kilogramos</th> </tr> <tr> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> </table>		Toneladas	Kilogramos	<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>								
Toneladas	Kilogramos													
<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>													
¿Qué tipo de película plástica importa?	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PEAD</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>PET</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>PEDB</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> </table>		PEAD	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	PET	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	PEDB	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	Otros	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>
PEAD	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
PET	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
PEDB	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
Otros	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
¿Espesor aproximado de la película plástica? (mm)	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>80</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>150</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> </table>		80	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	100	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	150	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	Otros	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>
80	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
100	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
150	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
Otros	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
¿Color del plástico?	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Blanco</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Transparente</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 50%;" type="text"/></td> </tr> </table>		Blanco	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	Transparente	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>	Otros	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>			
Blanco	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
Transparente	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												
Otros	<input style="width: 50%;" type="text"/>	<input style="width: 50%;" type="text"/>												

3.- FRECUENCIA DE RECAMBIOS SOBRE PELÍCULAS PLÁSTICAS Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL																					
<p>¿En que periodo del año usted recibirá más plásticos y porque?</p> <p>¿Cada cuánto se renueva el plástico de invernadero?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Enero</td> <td>Mayo</td> <td>Septiembre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Febrero</td> <td>Junio</td> <td>Octubre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Marzo</td> <td>Julio</td> <td>Noviembre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abril</td> <td>Agosto</td> <td>Diciembre</td> <td></td> </tr> </table> <p>Porque...</p> <table border="1"> <tr> <td>Cada 2 años</td> <td>Cada 6 años</td> </tr> <tr> <td>Cada 4 años</td> <td>Cada 8 años</td> </tr> </table>	Enero	Mayo	Septiembre		Febrero	Junio	Octubre		Marzo	Julio	Noviembre		Abril	Agosto	Diciembre		Cada 2 años	Cada 6 años	Cada 4 años	Cada 8 años
Enero	Mayo	Septiembre																			
Febrero	Junio	Octubre																			
Marzo	Julio	Noviembre																			
Abril	Agosto	Diciembre																			
Cada 2 años	Cada 6 años																				
Cada 4 años	Cada 8 años																				
<p>¿Qué propiedades ópticas de cubierta plásticas son más favorables?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Absorbancia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Transmitancia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reflectancia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td></td> </tr> </table>	Absorbancia		Transmitancia		Reflectancia		Otros													
Absorbancia																					
Transmitancia																					
Reflectancia																					
Otros																					
4.- PROCESOS DE GESTIÓN DE PELÍCULAS PLÁSTICAS EN DESUSO																					
<p>¿Cuáles son las operaciones que lleva a cabo para la disposición final de cubierta plástica bajo invernadero?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Trasferencia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Trasporte</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Transformación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ninguna de las anteriores</td> <td></td> </tr> </table>	Trasferencia		Almacenamiento		Trasporte		Transformación		Ninguna de las anteriores											
Trasferencia																					
Almacenamiento																					
Trasporte																					
Transformación																					
Ninguna de las anteriores																					
<p>¿Qué hace con las cubiertas plásticas para cubierta bajo invernadero que no se puede reciclar?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Recolección</td> <td>Lavado</td> </tr> <tr> <td>Acopio</td> <td>Distribución</td> </tr> </table>	Recolección	Lavado	Acopio	Distribución																
Recolección	Lavado																				
Acopio	Distribución																				
<p>¿De que zonas, sector, parroquia u Provincia recibe los plásticos para las cubiertas?</p>																					
<p>¿Por qué no se recicla las cubiertas plásticas luego de que este fue desechado?</p>																					
OBSERVACIONES																					
NOMBRE RESPONSABLE:	FIRMA:																				

ANEXO 2. FORMATO DE ENTREVISTA PARA DETERMINAR EL DESTINO DE LAMINAS PLASTICAS EN DESUSO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES



ENTREVISTA CON RESPECTO AL DESTINO AMBIENTAL DE LAS PELÍCULAS PLÁSTICAS USADAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO CUBIERTA EN EL CANTÓN LATACUNGA.

<i>Nombre del entrevistado:</i>	
<i>Institución/Cargo:</i>	
<i>Forma:</i>	
<i>Fecha:</i>	

- 1. ¿Qué hacen los agricultores del cantón Latacunga que no reciclan las cubiertas plásticas en desuso utilizadas en producción agrícola bajo invernadero y sus 5 parroquias urbanas y 10 rurales?**

- 2. ¿Cuál es el mecanismo de gestión que aplica la institución para reciclar las películas plásticas en desuso? ¿Y de qué manera se recolecta?**

- 3. ¿Cuál son las principales asociaciones de recicladores o gestores ambientales que se encargan de la disposición final de las cubiertas plásticas bajo cubierta para invernadero?**



4. ¿Considera usted que los desechos provenientes de películas plásticas utilizadas en la actividad agrícola atenten contra la salud y el medio ambiente?

5. ¿Considera que utilizar medidas de reducción/minimización de desechos agrícolas es fundamental para la sociedad?

6. ¿Qué mecanismo de gestión sugiere que se debería implementar, y por qué?

7. En su opinión personal, ¿Por qué cree que aún existen malas prácticas con el tratamiento de los desechos provenientes por parte de cubiertas plásticas utilizadas en producción agrícola?

Entrevista Realizada por: Sr. Juan Atencia

Proyecto: Destino Ambiental de los Tecno-fósiles agrícolas en el cantón Latacunga.

Universidad Técnica de Cotopaxi

Ingeniería Ambiental

ANEXO 3. TRABAJO DE CAMPO





ANEXO 3. AVAL DEL TRADUCTOR



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DESTINO AMBIENTAL DE LOS TECNO-FÓSILES AGRÍCOLAS DEL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020-2021”** presentado por: **Juan Carlos Atienza Chamorro**, egresado de la Carrera de: **Medio Ambiente**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Atentamente,

Latacunga, de agosto del 2021

Mg. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502652340



MARCO EMIL BELTRAN SEMBLANTE



CENTRO DE IDIOMAS