



Análisis de aprovechamiento y valoración de las colillas de cigarrillo, teniendo en cuenta el componente ambiental, social y económico

Viviana Marcela Cubides Morato, Jérica Lorena Cárdenas Montaña

11231817319, 11231725327

Universidad Antonio Nariño
Programa Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia

2021

Análisis de aprovechamiento y valoración de las colillas de cigarrillo, teniendo en cuenta el componente ambiental, social y económico

Viviana Marcela Cubides Morato, Jérica Lorena Cárdenas Montaña

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniera Ambiental

Director (a):

Ingeniero Ambiental Raúl Echeverry

Línea de Investigación:

Gestión Ambiental

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado
_____, Cumple
con los requisitos para optar
Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Ciudad, Día Mes Año.

Contenido

	<u>Pág.</u>
Agradecimientos	8
Resumen	9
Abstract	11
1.Introducción	13
2. Estado del	arte 15
2.1. Internacionales.....	15
2.2. Nacionales.....	17
3. Objetivos	20
3.1. General	20
3.2. Específicos	20
4. Justificación	21
5. Planteamiento del problema.....	22
6. Marco Conceptual.....	23
6.1. La colilla	23
6.2. Ciclo de vida de las colillas.....	23
6.3. Cigarrillo	25
6.3.1. Filtro de cigarrillo	26
6.3.2. Nicotina	28
6.3.3. Acetato de celulosa	29
6.3.4. Metales pesados	30
6.3.5. HAP	31
7. Aspectos legales que inciden en la comercialización, consumo, producción y disposición final de las colillas de cigarrillo en Colombia	31

8. Impacto de las colillas de cigarrillo en los componentes ambiental, social y económico	34
8.1. Impacto de las colillas en el medio ambiente.....	34
8.2. Impacto sobre la fauna Silvestre.....	37
8.3 Impacto sobre el suelo y el recurso hídrico.....	38
8.4 Impacto al aire.....	41
8.5 Impacto en seres humanos	42
8.6 Impacto económico	45
9. Estrategias de recolección	47
10. Valorización de las colillas de cigarrillo	51
<input type="checkbox"/> Construcción de panel acústico	52
<input type="checkbox"/> Cenicero	53
<input type="checkbox"/> Insecticida de nicotina	55
<input type="checkbox"/> Carbón activado o bio-carbón	56
<input type="checkbox"/> Reactor de flujo ultrarrápido	57
<input type="checkbox"/> Ladrillos geopolimerizados a partir de cenizas de carbón y colillas de cigarrillo	59
<input type="checkbox"/> Adsorbente carbonoso derivado de colillas de cigarrillo	60
<input type="checkbox"/> Evaporador termo-solar modificado	66
<input type="checkbox"/> Revestimiento de interior a partir de colillas de cigarrillo	66
<input type="checkbox"/> Plulaser	68
11. Conclusiones.....	70
12. Recomendaciones.....	73
13. Referencias Bibliográficas	74

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Árbol de problemas</i>	22
Figura 2 <i>Ciclo de vida de las colillas</i>	24
Figura 3 <i>Secciones del cigarrillo</i>	27
Figura 4 <i>Estructura del acetato de celulosa</i>	30
Figura 5 <i>Recorrido de las colillas</i>	37
Figura 6 <i>Impacto en los ecosistemas acuáticos</i>	40
Figura 7 <i>Costo economico por enfermedades relacionadas al consumo de tabaco</i>	46
Figura 8 <i>Dispositivo de recoleccion de colillas</i>	48
Figura 9 <i>Prototipo para la disposicon de las colillas de cigarrillo</i>	49
Figura 10 <i>Materia prima-Panel Acústico</i>	52
Figura 11 <i>Construccion del Panel Acústico</i>	53
Figura 12 <i>Cenicero</i>	54
Figura 13 <i>Insecticida de nicotina</i>	55
Figura 14 <i>Insecticida de nicotina continuacion</i>	56
Figura 15 <i>Carbòn activado o bio-carbòn</i>	57
Figura 16 <i>Reactor de flujo ultrarrápido</i>	58

Figura 17 <i>Ladrillos geomopolimerizados a partir de cenizas de carbòn y colillas de cigarrillo</i>	60
Figura 18 <i>Adsorbente carbonoso derivado de las colillas de cigarrillo</i>	61
Figura 19 <i>Aerogel de carbòn con Nitrògeno a partir de las colillas de cigarrillo</i>	62
Figura 20 <i>Ladrillos de arcilla cocida con colillas de cigarrillo</i>	63
Figura 21 <i>Betùn modificado con fibras de colillas de cigarrillo</i>	64
Figura 22 <i>Papel y pasta de cuadernos</i>	65
Figura 23 <i>Evaporador termo-solar modificado</i>	66
Figura 24 <i>Revestimiento interior</i>	67
Figura 25 <i>Estructura del cigarrillo</i>	69
Figura 26 <i>Plulaser</i>	69
Figura 27 <i>Literatura analizada</i>	70

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Tipos de fumadores</i>	43
Tabla 2 <i>Empresas recicladoras de colillas</i>	50

Agradecimientos

A Dios por darnos fuerza y salud para llevar a cabo nuestras metas y objetivos, por guiarnos y permitirnos culminar con éxito esta etapa de la vida.

A nuestros padres por apoyarnos siempre de manera incondicional, por sus consejos, compañía, desvelos, por siempre impulsarnos y motivarnos en los momentos en los que más lo necesitamos y por ser el motor y pieza clave para lograr nuestros sueños.

A nuestros hermanos, por apoyarnos, guiarnos, por su compañía, por ser incondicionales, y siempre estar en los momentos que los necesitamos.

Al ingeniero Raúl Echeverry que nos ha sabido guiar en base a su sabiduría y experiencia en la realización del trabajo, y por los conocimientos impartidos en el transcurso de la carrera.

Resumen

El incremento de la contaminación ambiental, cada vez es más notorio, y genera cambios que se pueden percibir con el deterioro de la biodiversidad, pérdida de ecosistemas, extinción de especies e incluso en la salud humana. Razón por la cual distintas organizaciones y gobiernos, se han sumado a la tarea de educar a la población acerca del manejo adecuado de residuos, de brindar espacios amigables con el medio ambiente, y de establecer metas que ayudan a mitigar los impactos que se viven en la actualidad, con el fin de asegurar un futuro con calidad de vida.

Sin embargo, en la información que se le proporciona a la población, se ha hecho énfasis en la disminución de residuos de gran tamaño, como lo es el plástico, bolsas, papel, latas, entre otros; dejando de lado residuos como las colillas de cigarrillo, que por su tamaño han sido subestimadas, sin tener en cuenta que son uno de los residuos que más se producen a nivel mundial, y que generan un grave daño ambiental, tanto en el recurso hídrico, como en el

suelo y en el aire, además de que influye en la economía de las personas de manera negativa, ya que su salud se ve comprometida y sus necesidades básicas no pueden ser cubiertas porque su inversión la realizan en la compra de cigarrillos. (National Cancer Institute in collaboration with world health organization, 2016)

Se hace evidente que las buenas prácticas para el desecho de las colillas, y los espacios o contenedores para la población fumadora, no están adaptados, además de la falta de conocimiento sobre el daño que generan las colillas, ya que es común encontrar colillas de cigarrillo en gran parte de los espacios.

Por todo lo mencionado anteriormente, se realizó una revisión bibliográfica, con documentos de carácter nacional e internacional, que permitiera dar a conocer algunos de los componentes de la colilla de cigarrillo, como el acetato de celulosa, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), la nicotina y los metales pesados, junto con su afectación en el medio. Y que también lograra reunir de manera concreta los impactos que la colilla de cigarrillo genera en los componentes ambiental, social y económico, con el fin de generar un documento que sea de fácil comprensión para las personas y que permita mostrar las diferentes formas de aprovechamiento que se le puede dar a las colillas, abriendo camino a nuevos emprendimientos. Por último que sirva de herramienta para la educación de la población y generar consciencia.

Palabras clave: Colilla, cigarrillo, impacto, nicotina, HAP, metales pesados, acetato de celulosa, social, económico, ambiental, aprovechamiento.

Abstract

The increase in environmental pollution is becoming more and more notorious, and generates changes that can be perceived with the deterioration of biodiversity, loss of ecosystems, extinction of species and even human health. For this reason, different organizations and governments have joined the task of educating the population about proper waste management, providing environmentally friendly spaces, and setting goals that help mitigate the impacts that are currently experienced, in order to ensure a future with quality of life.

However, in the information provided to the population, emphasis has been placed on the reduction of large waste, such as plastic, bags, paper, cans, among others; This is not taking into account that cigarette butts are one of the most common types of waste produced worldwide and cause serious environmental damage to water resources, soil and air, as well as having a negative impact on people's economy, since their health is compromised and their basic needs cannot be covered because their investment is made in the purchase of cigarettes. It is evident that the good practices for the disposal of cigarette butts, and the spaces or containers for the smoking population, are not adapted, in addition to the lack of knowledge

about the damage generated by cigarette butts, since it is common to find cigarette butts in most of the spaces.

For all the above mentioned, a bibliographic review was carried out, with national and international documents, that would allow to make known some of the components of cigarette butts, such as cellulose acetate, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), nicotine and heavy metals, along with their impact on the environment. It will also bring together in a concrete way the impacts that cigarette butts generate in the environmental, social and economic components, in order to generate a document that is easy to understand for people and that allows to show the different forms of use that can be given to cigarette butts, paving the way for new ventures. Finally, to serve as a tool for the education of the population and to generate awareness.

Key words: cigarette butt, cigarette, impact, nicotine, PAH, heavy metals, cellulose acetate, social, economic, environmental, utilization.

1. Introducción

El cigarrillo representa una gran fuente de contaminación ambiental, desde su proceso de elaboración, hasta el fin de su vida útil. Se requiere de grandes extensiones de suelo para la siembra del tabaco, que es uno de los principales componentes del cigarrillo y en su proceso de elaboración se emplean grandes cantidades de compuestos tóxicos, como metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, acetato de celulosa, entre otros.

También se ve involucrado el uso de las riquezas naturales como el agua, servicios de electricidad, entre otros. (Llamas & Joanique, 2019)

Tras el consumo del cigarrillo se liberan los compuestos tóxicos afectando la calidad del aire, y se obtiene como residuo la colilla que representa el principal residuo recogido a nivel mundial (Torkashvand et al., 2020) y, este es comúnmente desechado en el suelo, generando grandes impactos negativos tras su degradación, afectando el crecimiento de las plantas, causando la infertilidad del suelo, la acumulación de compuestos tóxicos y la afectación en el desenvolvimiento de los seres vivos (Green et al., 2020).

Frente a esta problemática se plantea investigar las formas en las que las colillas de cigarrillo arrojadas al suelo generan un impacto negativo en el componente ambiental, social y

económico, identificando los compuestos que generan mayor impacto, para posteriormente presentar las estrategias de aprovechamiento y valorización de las mismas.

El impacto de la degradación de las colillas en el componente ambiental, social y económico, es de gran importancia, porque se ven afectados ambientes como, el suelo, que es uno de los recursos naturales no renovables, ya que su degradación es mayor a su capacidad de renovación y es valioso tanto para el desarrollo de la vida como para la economía. Por lo que es importante conservar tan preciado recurso, que más allá de brindar beneficios alimenticios, también es el hábitat de muchas especies de plantas y animales.

Para muchas personas las alteraciones que genera la degradación de las colillas en el medio ambiente, aún es desconocido y de poca relevancia ya que este residuo es de tamaño reducido por lo que aparentemente no representa un foco de contaminación mayor, sin embargo, es un residuo acumulativo, para dar una idea de la magnitud de su contaminación, una colilla puede alterar el estado físico-químico de hasta 10 litros de agua, y en el caso de agua dulce puede contaminar 50 litros (“La contaminación de las colillas de los cigarrillos en el mar,” 2021). Teniendo en cuenta esto, se hizo una investigación bibliográfica, con el fin de identificar el compuesto de la colilla que mayor contaminación genera, las afectaciones a los componentes ya mencionados, y las estrategias de aprovechamiento y valorización para las colillas.

2. Estado del arte

2.1. Internacionales

A nivel internacional se ha observado que el tratamiento de residuos se ha vuelto un asunto cada vez más urgente, ya que el crecimiento poblacional y el consumismo generan toneladas de residuos, que en gran parte no son debidamente tratados, por tal razón, instituciones, gobiernos y campañas de concientización están promoviendo el uso de las tres R (Reciclar, Reducir y Reutilizar) que están permitiendo desarrollar alternativas para brindarle una disposición final y útil a estos residuos, impactando positivamente al medio ambiente.

La generación de residuos como las colillas de cigarrillo causan efectos adversos en los diferentes componentes ambientales como los son, el agua, el aire, el suelo y la fauna silvestre; también generan afectaciones en las áreas sociales y económicas, que se lograran reconocer a lo largo del documento. Por tal razón se realizó un análisis, en el que se identificaron alternativas de aprovechamiento y valorización que permiten que las colillas sean usadas para desarrollar productos o brindarles una mejora.

La Escuela de Ingeniería de la Universidad RMIT en Melbourne, Australia, creo un proyecto en el que se propone reciclar las colillas de cigarrillo y utilizarlas en la modificación de un betún para usarlo es asfalto de masilla de piedra (Tareq Rahman et al., 2020), en el cual

se realizó un estudio donde se utilizaba la fibra de las colillas del cigarrillo para que llevara a cabo dicha modificación en el betún.

Por otra parte, los estudiantes Abbas Mohajerani, Aeslina Abdul Kadir, Luke Larobina de la Universidad RMIT en Melbourne, Australia, desarrollaron una propuesta práctica para fabricar ladrillos de arcilla cocida donde aseguran los investigadores que si tan solo el 2.5% de los ladrillos que se fabrica anualmente en el mundo llevara un 1% de colillas reduciría un 50% de este impacto. Otras alternativas para la reutilización de las colillas de cigarrillo se encontraron en la ciudad de Paraná, donde estudiantes de la Universidad Estatal del Oeste desarrollaron un carbón activado o un bio-carbón a partir de las colillas con el fin de ser utilizado para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con Plomo. (Manfrin et al., 2020)

La Anglia Ruskin University (ARU), publicó en la revista llamada “Ecotoxicológica y Seguridad Ambiental”, un estudio en el que se puede evidenciar que las colillas en el suelo afectan el crecimiento de las plantas.(Green et al., 2019)

La directora de la investigación que es profesora de la ARU (Danielle Green), expuso que los efectos nocivos de las colillas sobre las plantas, se evidencian principalmente en su germinación, en la longitud de los brotes del césped y del trébol, y en la reducción del peso de la raíz del trébol, ya que este se redujo a más de la mitad. Esto es relevante porque el césped y el trébol, son el principal alimento para el ganado.(Green et al., 2019)

El coautor de la investigación (Dr. Bas Boots), menciona que una de las posibles causas de que la colilla afecte el crecimiento de las plantas, es la composición química de los filtros de cigarrillo. (Green et al., 2019)

El estudio plasmado en el artículo “Cigarette butts abundance and association of mercury and lead along the Persian Gulf beach: an initial investigation”(Dobaradaran et al.,

2017), asocia la contaminación de metales como Hg (Mercurio) y Pb (Plomo) en el medio marino, con las colillas de cigarrillo al norte del Golfo Pérsico. Los resultados de este estudio comprobaron que la abundancia de colillas en el medio marino es elevada y son la fuente principal de contaminación prolongada de Hg y Pb en la zona costera.(Dobaradaran et al., 2017)

Los filtros de cigarrillo son el elemento predominante reportado a nivel mundial en las encuestas de residuos en las zonas costeras. Dichos filtros están conformados por más de 15.000 fibras de acetato de celulosa, de 20 μm de diámetro. En el estudio de “Bioaccumulation and biological effects of cigarette litter in marine worms”, se encontró que la exposición a sustancias tóxicas filtradas en el agua de mar a una concentración ≥ 2 filtros, inhibió significativamente el comportamiento de excavación del gusano marino, por otra parte, una mayor concentración de filtros en el agua de mar, condujo a la reducción de las tasas de crecimiento y un aumento del daño en el ADN. Se dice que la dosis de nicotina de un filtro en el mar es aproximadamente 98 veces mayor que la que recibe una persona al fumar.(Wright et al., 2015)

En Melbourne (Australia) se identificó el gran potencial que tenía la reutilización de las colillas de cigarrillos para la producción de ladrillos de arcilla. Con base en los resultados de la investigación, la posibilidad de incorporar colillas de cigarrillos en la producción de ladrillos de una arcilla conocida es muy viable y se puede considerar como una adición potencial para la fabricación de ladrillos de combustión ligera.(Abdul Kadir & Mohajerani, 2008)

2.2.Nacionales

Cada vez se hacen más evidentes los estragos generados por la contaminación ambiental, y a su vez los grandes desafíos a los que la humanidad está sujeta, para mitigar los efectos que trae la contaminación. Es por esto que en el ámbito nacional se ha dado lugar al

desarrollo de investigaciones que permiten aportar y/o contribuir al desarrollo de estrategias sostenibles.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), realizó un estudio para la elaboración de fibra textil a partir del acetato de celulosa, presente en las colillas de cigarrillo. Por otra parte, está el estudio realizado por un estudiante del programa de Administración Ambiental de la Universidad Piloto de Colombia, Luis Miguel Acosta quién desarrollo un importante proyecto para la transformación de las colillas en papel. Se recolectaron 1680 colillas, para transformarlas por procesos de hidratación, descontaminación, aromatizado, licuado, filtrado, blanqueamiento, moldeado y secado obteniendo como producto final una hoja de papel tamaño carta, posteriormente se le realizaron pruebas de aspecto, usabilidad, textura y olor, obteniendo resultados fueron satisfactorios. (Castellanos et al., 2019)

Un estudio realizado por la Universidad Piloto de Colombia, indicó que 94,9 millones de colillas de cigarrillo que equivalen aproximadamente a 16 toneladas, son desechadas sobre espacios públicos de la capital, valorizadas en un promedio anual. De esta manera comprobaron que hay alrededor de 943.000 personas fumadoras, lo que impacta negativamente el medio ambiente. (Casaperalta Ramírez & Matias Manrique, 2020)

La anterior información se relaciona con este trabajo de investigación, ya que, por medio de esos estudios, se han demostrado los efectos negativos que generan los compuestos de la colilla de cigarrillo en el suelo, en donde éste pierde sus propiedades estructurales que lo hacen fértil; en el agua, afectando el desarrollo de las especies acuáticas, y en ocasiones causando la muerte de éstas por los altos niveles de sustancias tóxicas, provenientes de las colillas de cigarrillo.

Teniendo en cuenta los antecedentes citados, se puede evidenciar el gran impacto negativo que generan las colillas de cigarrillo, siendo el suelo el medio receptor de las colillas, en el que

algunas de éstas se logran degradar, liberando sus compuestos, mientras otras se movilizan a través de él, hasta llegar a las fuentes hídricas, en las que también liberan sus compuestos, causando afectación tanto al medio como a las especies. Razón por la cual es de gran relevancia e importancia conocer a cerca de los efectos que las colillas generan en los diferentes medios, así como en las especies. E identificar las estrategias de aprovechamiento y valorización de este residuo (colillas) que es subestimado por su tamaño.

3. Objetivos

3.1.General

Investigar los procesos de aprovechamiento y valorización para las colillas de cigarrillo, teniendo en cuenta las afectaciones que estas generan en los componentes ambiental, social y económico contextualizando la situación a nivel mundial y nacional.

3.2.Específicos

Brindar información de carácter internacional y nacional para ampliar el conocimiento sobre la contaminación por colillas de cigarrillos.

Mencionar el impacto negativo que generan las colillas de cigarrillo en los componentes sociales, económicos y ambientales (bióticos y abióticos).

Identificar las estrategias de aprovechamiento y valorización de las colillas de cigarrillo a nivel mundial y nacional.

4. Justificación

Dado que el consumo de cigarrillo es cada vez más común entre la población, y que el deterioro ambiental es más notorio e irreversible, es importante conocer los efectos que los residuos provenientes de dicha práctica generan sobre el medio ambiente, junto con las estrategias de aprovechamiento y valorización.

Las colillas representan alrededor del 13% de los residuos mundiales (Libera et al., 2018), por lo que se hace indispensable investigar las afectaciones que generan las colillas de cigarrillo al llegar al medio, ya sea este el suelo o el agua, y las consecuencias de su degradación en estos. Ya que en dichos medios se llevan a cabo actividades de gran importancia económica, como la ganadería, agricultura, pesca, entre otros.(Dobaradaran et al., 2021)

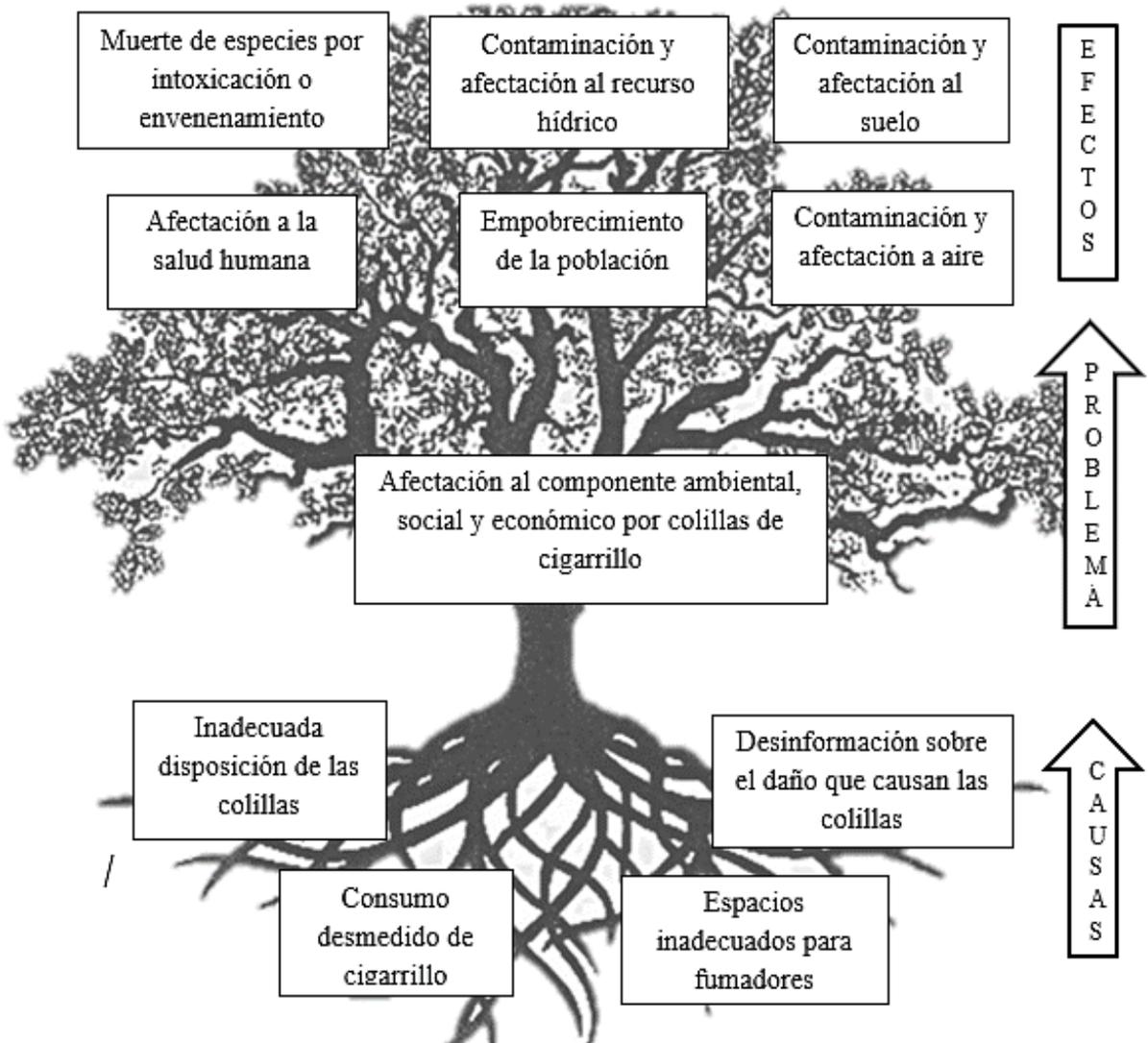
Con este trabajo de investigación se pretende dar a conocer la problemática existente en los componentes ambiental, social y económico a causa de la inadecuada disposición de las colillas, también presentar las estrategias de aprovechamiento y valorización de las mismas. Además, este estudio permite ampliar el conocimiento de la sociedad y a partir de esto generar consciencia, y dar paso a más procesos de investigación.

5. Planteamiento del problema

En esta sección del documento, se muestra la problemática principal, planteada para el proceso de investigación, en la que se expone el gran impacto que generan las colillas en los diferentes componentes.

Figura 1

Árbol de problemas.



Nota. La figura anterior muestra las causas de las colillas, que conllevan a la afectación de los componentes ambiental, social y económico, y los efectos generados a partir de estas. (Belzagui et al., 2021)

A causa de la inadecuada disposición de las colillas de cigarrillo, el consumo desmedido, los espacios inadecuados para los fumadores y la desinformación a cerca del daño que producen las colillas, se genera una gran problemática, que impacta negativamente los componentes ambiental, social y económico, trayendo consigo efectos negativos como la afectación a la salud humana, la muerte de especies por intoxicación o envenenamiento, contaminación al recurso hídrico, al suelo y al aire, y empobrecimiento de la población.

6. Marco Conceptual

En esta sección encontrará información que sustenta las propuestas de desarrollo de la investigación, compuesta por referencias procedentes de una detallada revisión literaria.

6.1.La colilla

De acuerdo con la RAE (Real Academia española), está definida como “restos del cigarrillo por no querer o no poder fumarlo” (Española, 2021) . La cual está constituida principalmente con un filtro de acetato de celulosa, que se produce al reaccionar celulosa con ácido acético.(Epperson et al., 2021)

El acetato de celulosa es un material termoplástico moderadamente duro, incoloro, transparente, amorfo, brillante, de resistencia química y es derivado del petróleo. Mas del 80% de los filtros que se producen son de acetato de celulosa que es también un material no degradable. (Rojas Hernandez, 2019)

6.2.Ciclo de vida de las colillas

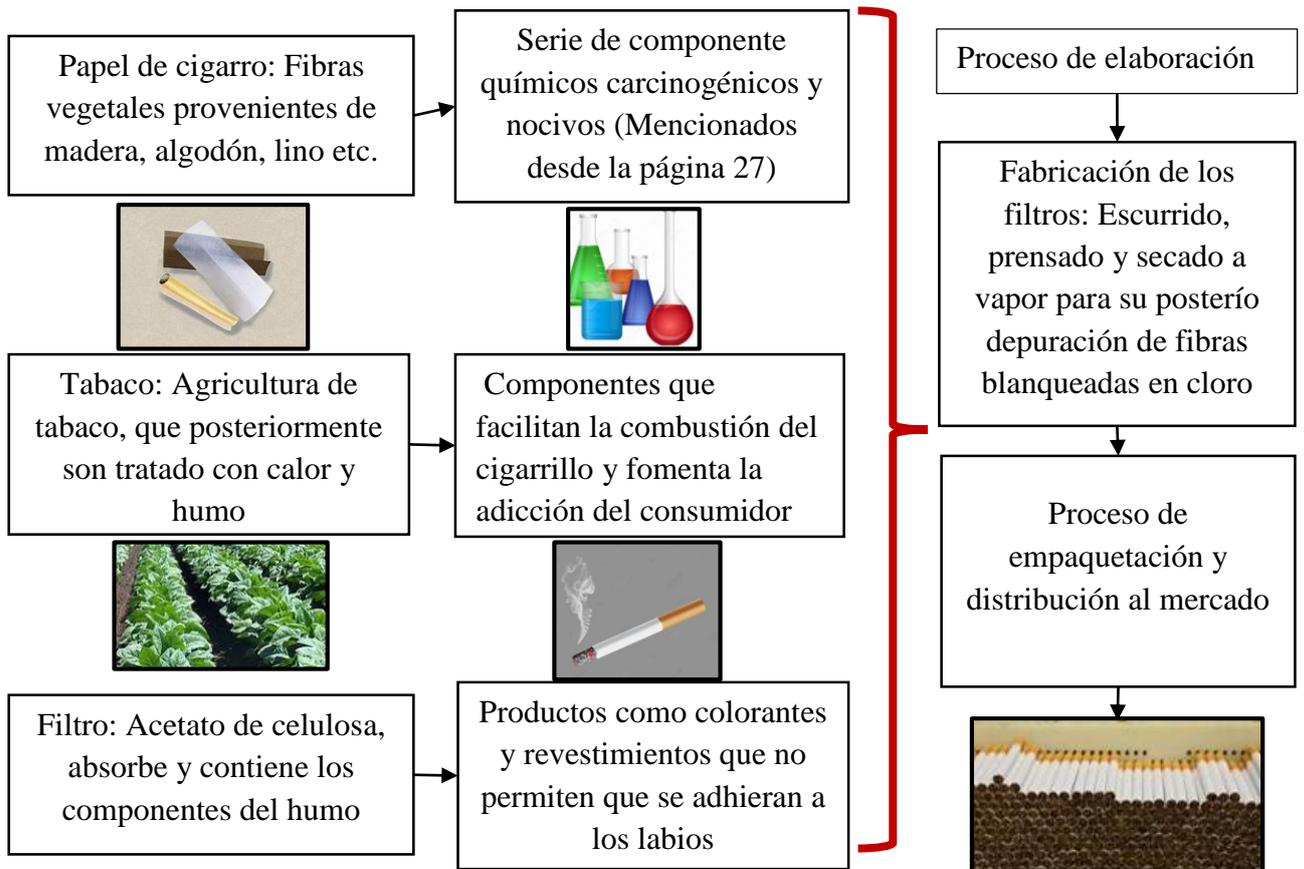
De acuerdo a la norma ISO 14001, “el ciclo de vida de un producto, se define como, etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto o servicio desde la adquisición de la

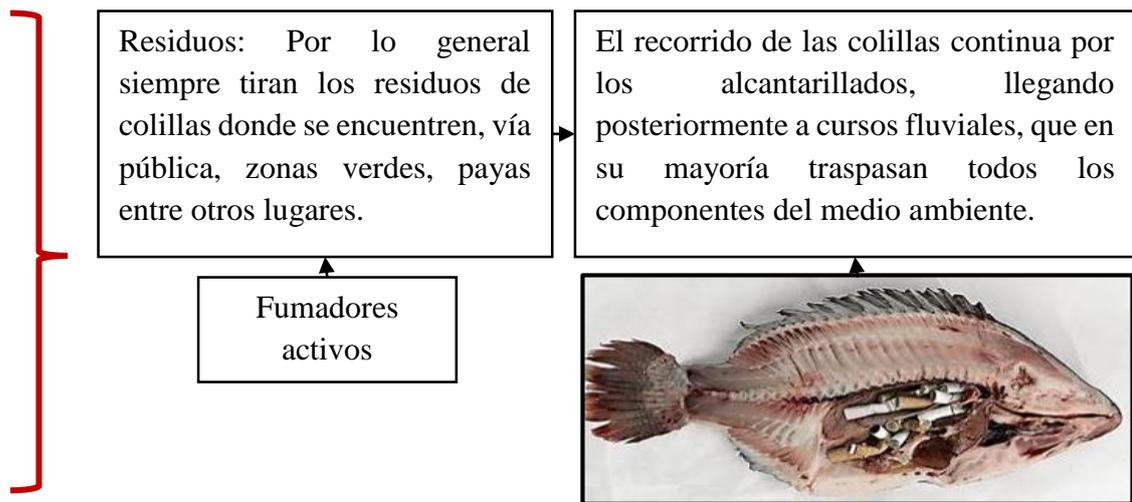
materia prima o su generación a partir de recursos naturales, hasta la disposición final” (Icontec internacional, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta en la figura 2, el ciclo de vida, para el cigarrillo, desde las materias primas para su fabricación, hasta las colillas que son desechadas en distintas áreas del ambiente.

Figura 2

Ciclo de vida de las colillas





Nota. Adaptada de (Rojas Hernandez, 2019).

6.3.Cigarrillo

Es un sistema de administración de droga, que tiene un diseño de cilindro pequeño y delgado, con medidas aproximadas de 8mm de diámetro y 83 mm de longitud.(Guevara Lizano, 2010).

Este elemento consta de tres partes básicas, entre las que están la columna o varilla de tabaco, la zona de filtración, que es conocida como boquilla o filtro y, el papel que lo envuelve, en el que el principal componente es el acetato de celulosa, siendo este un polímero sintético. En el proceso de producción, se emplean sustancias como triscetina, que sirve para pegar las fibras, además funciona como agente endurecedor proporcionándole rigidez al filtro.(Hernandez Rubio, 2020)

Después de consumir el cigarrillo, contaminantes como el tabaco, el alquitrán, metales pesados, nicotina y otros agentes tóxicos, son retenidos en el filtro del cigarrillo. (Hernandez Rubio, 2020)

El humo producto de la combustión del cigarrillo, contiene más de 4.000 sustancias químicas, entre las que se encuentran gases tóxicos y cancerígenos.(Araújo & Costa, 2019b)

6.3.1. Filtro de cigarrillo

Los filtros de cigarrillo son diseñados específicamente para absorber la acumulación de vapores y partículas de humo. El filtro se compone de fibras de acetato de celulosa, un plástico que se degrada aproximadamente en 18 meses o más, con ayuda de los rayos ultravioleta, y es resistente a la biodegradación, por lo que puede persistir en el medio ambiente durante varias generaciones. Los filtros pueden absorber los residuos provenientes de la combustión del cigarrillo como el arsénico, cadmio y tolueno (Qureshi, 2014). Los filtros generalmente están diseñados con los siguientes componentes.

- Tapón de filtro de acetato de celulosa

El 95% de los filtros de cigarrillo están hechos de acetato de celulosa (plástico), y el resto se realiza a partir de rayón, que es un material realizado a partir de material vegetal, generalmente árboles. (Guevara Lizano, 2010)

- Envoltorio de papel interior y adhesivo

El papel utilizado para envolver el tapón de acetato de celulosa, varía de acuerdo al tipo de cigarrillo. Para cigarrillos normales el papel es impermeable, mientras que para cigarrillos light, el papel es poroso y por lo tanto ventilado. Para unir el tapón de acetato de celulosa con el papel envolvente se usa emulsión de acetato de polivinilo. (Guevara Lizano, 2010)

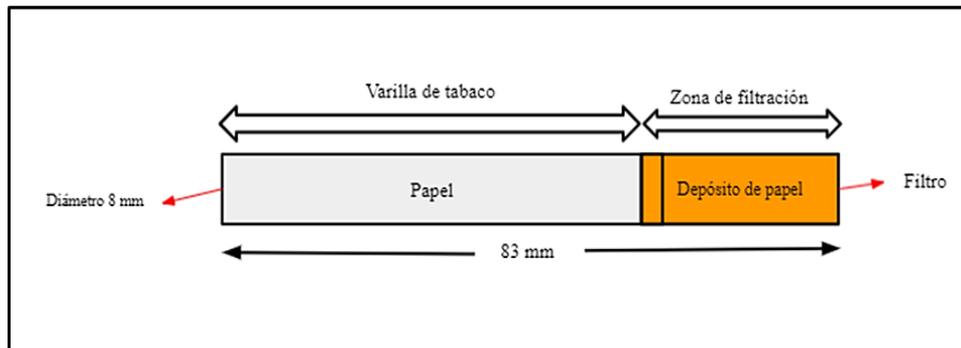
- Envoltorio del cigarrillo y cola

El papel que se utiliza generalmente para envolver el tabaco, es de fibra de lino, a la que se le agregan diversos productos químicos, incluyendo las sales, para acelerar o controlar la velocidad de combustión, que resulta ser muy importante porque está relacionada con el número de

inhalaciones por parte del fumador.(Guevara Lizano, 2010) En la figura 3 se pueden evidenciar las secciones del cigarrillo.

Figura 3

Secciones del cigarrillo



Nota. Adaptada de (Guevara Lizano, 2010).

La elaboración de los filtros y su papel envolvente utilizado en la industria, emplean sustancias químicas de productos que no se degradan naturalmente, no solo afecta al medio ambiente, sino que también deja en evidencia como la industria deja de lado al consumidor y los problemas que se generan en éste, por la actividad de fumar, llegando a causar graves patologías en materia de salud, generadas principalmente por los fuertes químicos que son utilizados en la fabricación del cigarrillo.(Rengifo Osuna & Maldonado Cortes, 2015)

Algunas de las enfermedades en los fumadores activos, que son quienes directamente consumen el cigarrillo son, pérdida de peso, disfunción del músculo esquelético, cáncer, inflamación sistémica, enfermedad pulmonar, entre otras. Por otra parte, están las enfermedades que afectan a los fumadores pasivos, que son quienes aspiran el humo de los fumadores activos, las cuales son, riesgo a desarrollar cáncer de pulmón, y en los niños expuestos al humo de cigarrillo, es más probable que presenten déficit de atención y presentar acciones de una persona antisocial.(Ballén et al., 2006)

A continuación, se hace mención de algunos de los compuestos más relevantes de las colillas de cigarrillo.

6.3.2. Nicotina

Es la sustancia que causa adicción al cigarrillo. La mayoría de estos elementos contienen 10 mg o más de nicotina, de los cuales las personas inhalan entre 1 y 2 mg.(Martín Ruiz et al., 2004)

En el humo del cigarrillo está presente en forma de sales ácidas principalmente, por lo que la absorción bucal es mínima, y es la razón por la cual los fumadores tienen la necesidad de realizar inhalaciones más profundas para absorber la nicotina a nivel pulmonar, sin embargo, no se percatan de que, arrastran consigo todas las sustancias tóxicas presentes en el humo. (iafa, 2021)

La nicotina tarda entre 9 y 10 segundos en llegar al cerebro. Esta sustancia genera grandes efectos negativos tanto a nivel personal como natural, ya que, al ser absorbida, produce una estimulación corporal, aumento en la presión arterial, la respiración y ritmo cardíaco, y una descarga súbita de glucosa, causada por la activación de las glándulas adrenales y una descarga de adrenalina. (Corvalán, 2017)

Además de esto, como ya se mencionó es la causante de generar adicción al producto, y esto se debe a que produce liberación de dopamina en las regiones del cerebro que controlan la sensación de placer y bienestar.(Martín Ruiz et al., 2004)

Ahora, a nivel natural, la nicotina al ser un compuesto soluble en agua, representa una grave amenaza a la vida silvestre, especialmente a la vida acuática ya que afecta varios sistemas, incluido el nervioso, el respiratorio, el reproductivo y el cardiovascular. (Hernandez Rubio, 2020)

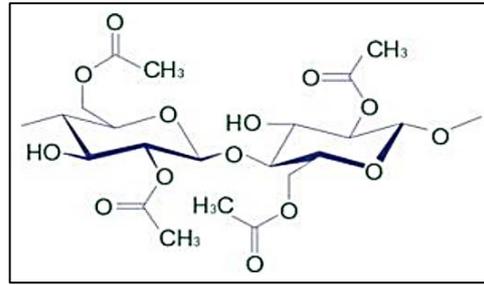
A medida que la nicotina se moviliza a través del cigarrillo durante una aspiración, una parte de ella se condensa sobre el tabaco, mientras que la temperatura del humo del cigarrillo disminuye; de esta manera, hay un flujo importante de nicotina, en donde en lugar de volatilizarse, hay una deposición neta de nicotina. (Estrada & Pumachagua, 2007)

6.3.3. Acetato de celulosa

La celulosa es un polímero natural de glucosa, y es derivado principalmente de la pulpa de madera y de algodón. Cada unidad de glucosa tiene tres grupos hidroxilo (OH), que deben ser bloqueados con grupos de acetato esterificado con ácido acético. Cada fibra de acetato de celulosa que se usa en los filtros es de 20mm de tamaño aproximadamente, las cuales son unidas con triacetina como agente aglutinante para producir un único filtro.(Hernandez Rubio, 2020)

El acetato de celulosa se caracteriza de acuerdo a la longitud de su cadena, el cual se describe por su grado de polimerización que hace referencia a la cantidad de subunidades de glucosas acetiladas en una cadena, y el número de grupos acetilo por monómeros; teniendo en cuenta esta información, se dice que el acetato de celulosa usado en los filtros de cigarrillo tiene un grado de sustitución de 2,5 lo que hace que estos filtros sean difíciles de degradar por microorganismos.(Hernandez Rubio, 2020)

El acetato de celulosa es el principal compuesto del filtro y representa el 17.5% del total de compuestos del cigarrillo. Y a pesar de su apariencia inofensiva, es un residuo contaminante. Más del 80% del acetato de celulosa, es derivado del petróleo no biodegradable.(Ramirez Murillo & Mosquera Lopez, 2019)

Figura 4*Estructura de acetato de celulosa*

Nota. La figura 4 muestra la estructura química del acetato de celulosa en la preparación de los filtros de cigarrillo. Tomada de (Hernandez Rubio, 2020)

6.3.4. Metales pesados

La presencia de metales en los cigarrillos puede atribuirse en gran medida al crecimiento y al cultivo del tabaco, ya que el tabaco acumula fácilmente metales del suelo. Otra razón por la que los metales se encuentran comúnmente en las colillas es que, después de fumar, entre el 15 y 50% quedan retenidos en el filtro. Las colillas pueden tener concentraciones de hasta 104 $\mu\text{g/g}$ de Cd, Cu, Na y Zn. En un estudio realizado por Moriwaki (et al., 2009) se demostró que las colillas de cigarrillo tiradas en las carreteras son una fuente de contaminación de metales pesados con promedio de 150 mg/km/mes en áreas de carreteras. (Hernandez Rubio, 2020)

Los metales que pueden acumularse en los organismos vivos, y que son altamente tóxicos, son principalmente, Cd, Hg, Pb, Ni, Sb, Bi, y los contaminantes importantes siguen la serie de solubilidad, $\text{Cd} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cr}$. (Pérez Meléndez, 2006)

Estudios como el realizado por J. W. Moerman y G. E. Potts, demuestran que las concentraciones de metales en los cigarrillos pueden variar de acuerdo a la marca del mismo. Además, este estudio deja en evidencia que las colillas representan una gran fuente de contaminación, ya que, se realizaron experimentos en los que se agregaron colillas de cigarrillos a ampollas que contenían agua, a diferentes pH, midiendo la concentración de los lixiviados

resultantes mediante espectroscopía y, como resultados se obtuvo que un día después de la adición de la muestra, se detectaron todos los metales en lixiviados; al transcurrir los 34 días de experimentación, se descubrió que las colillas de cigarrillo son una fuente puntual de contaminación por metales y que la rápida lixiviación de algunos metales puede aumentar el riesgo de daño a los organismos.(Moerman & Potts, 2011).

6.3.5. HAP

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), son compuestos hidrófobos no polares que están presentes en las colillas de cigarrillo, las cuales pueden liberar alrededor de 21 toneladas de HAP al medio ambiente cada año, debido a la emisión de naftaleno, acenaileno y fluoreno (Dobaradaran et al., 2017). Otro estudio demostró que los niveles más bajo de HAP eran de antraceno y dibenzoantraceno con menos del 2% y los niveles más altos de HAP en la colilla de cigarrillo eran de fenantreno con 20%.(Moriwaki et al., 2009)

7. Aspectos legales que inciden en la comercialización, consumo, producción y disposición final de las colillas de cigarrillo en Colombia

El tabaco es el causante de generar un daño considerable sobre el medio ambiente, pero es algo que desconocen los fumadores, consumidores, y los responsables de las políticas ambientales.(Llamas & Joaniquet, 2019)

El estado colombiano, ha realizado intervenciones en cuanto al manejo de macro residuos sólidos y material particulado, sin embargo, en el aspecto referente a micro residuos no ha tomado mayores medidas, una muestra de ello, es el manejo que se le da a las colillas de cigarrillo, tanto por parte de las industrias productoras, que se desentienden del residuo una vez es adquirido por el consumidor, como por las personas que no tienen sentido de cuidado y protección con el ambiente. En este último aspecto, el estado ha diseñado programas de sensibilización pedagógicos, que tienen como finalidad educar a las comunidades, dejando de

lado, información relevante y de gran impacto, como lo es el daño que pueden llegar a causar y que han causado las colillas de cigarrillo, en los diferentes ecosistemas. (Rengifo Osuna & Maldonado Cortes, 2015)

Con el pasar del tiempo, en Colombia se han emitido y reglamentado normas que permiten y tienen como objetivo el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, preservando y conservando el medio ambiente, junto con los recursos naturales. Algunas de las normas, mencionadas a continuación, fueron adaptadas del documento de “Regulación jurídica y daño ambiental que generan las colillas de cigarrillo arrojadas al espacio público” (Rengifo Osuna & Maldonado Cortes, 2015), teniendo en cuenta lo que dicta cada norma.

- **Ley 23 de 1973 (Código de recursos naturales y de protección al medio ambiente)**

Esta Ley, tiene como objetivo controlar y prevenir la contaminación del medio ambiente, buscando mejorar, conservar y restaurar las riquezas naturales para así, defender el bienestar y la salud de los habitantes del territorio. Además, considera a el agua, el suelo y el aire bienes contaminables, propensos a sufrir alteraciones por actividades antrópicas o naturales.(El Congreso de Colombia, 1973)

- **Ley 09 de 1979 (Código Sanitario Nacional y de protección al medio ambiente)**

Se menciona que aquellas actividades económicas que ocasionen desplazamiento de residuos sólidos a sistemas de alcantarillado o a las aguas serán reglamentadas por el Ministerio de Salud. Además, señala una serie de prohibiciones, como la de efectuar la separación y clasificación de las basuras en vías públicas, almacenar a campo abierto y sin protección los residuos provenientes de instalaciones. (El Congreso de Colombia, 1979)

- **Ley 99 de 1993 (Por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiental y Organización SINA)**

Señala los principios generales Ambientales de la política ambiental de Colombia. Y en el artículo 23, el legislador crea las corporaciones autónomas regionales de carácter público, que tienen un rango de acción de acuerdo su jurisdicción, buscando la preservación del medio ambiente y los recursos naturales. Además, a partir del artículo 83, es pueden observar las diferentes multas que da facultad a la entidad para multar a la empresa o particular por generar contaminación que afecte directamente al medio ambiente. (El Congreso de Colombia, 1993)

- **Ley 1259 de 2008**

Por medio de la cual se establece el comparendo ambiental, como instrumento de cultura ambiental para el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, implementando sanciones y normas de conducta. Además, esta ley pretende prohibir la generación de, almacenamiento o eliminación de residuos peligrosos en ecosistemas estratégicos o importantes del país. Por otra parte, en el artículo 7, menciona las responsabilidades del fabricante de los productos químicos peligrosos, el cual debe asumir las consecuencias por el daño causado al medio ambiente. (El Congreso de Colombia, 2008)

- **Ley 1335 de 2009**

Por medio de la cual se previenen daños a la salud de la población no fumadora, y los menores de edad, además se estipulan políticas públicas para el abandono de la dependencia del tabaco del fumador, la prevención del consumo de tabaco y sus derivados en la población colombiana. (Rivera Rodríguez & Niño Bogya, 2009)

En el artículo 2-4 se prohíbe la venta de productos de tabaco y sus derivados a menores de edad e igual limita las posibilidades de que los menores puedan acceder a esos productos. Además, en el artículo 13-15 establece disposiciones relativas a la publicidad y empaquetado del tabaco y sus derivados, proporcionando información concreta y contundente dirigida a los

fumadores, con el fin de alentar a los fumadores a alejarse de tal practica y desanimar a los no fumadores de que empiecen a fumar. (Rivera Rodriguez & Niño Bogya, 2009)

- **Resolución 1956 de 2008**

Expedida por el Ministerios de la Protección Social, estableciendo que ninguna persona puede fumar en espacios cerrados ya sean públicos o privados. Y esto es aplicable a todo lugar o área cubierta por un techo. (El Ministro de la Protección Social, 2008)

- **Proyecto de ley 045 de 2020**

Por medio de la cual se establece la estrategia para la gestión integral de los residuos de las colillas de cigarrillo, tabaco, picaduras y cualquier otro residuo generado de este producto. Y tiene por objetivo, establecer la obligación a los productores e importadores de cigarrillos, el tratamiento posconsumo (colillas), buscado que el establecimiento de un manejo ambientalmente responsable.(Informe De Ponencia Segundo Debate Proyecto De Ley No. 045 De 2020 Cámara, 2020)

8. Impacto de las colillas de cigarrillo en los componentes ambiental, social y económico

8.1. Impacto de las colillas en el medio ambiente

El componente de la colilla que causa mayor contaminación es el filtro fabricado con acetato de celulosa, ya que pueden llegar a tardar más de 100 años en degradarse de manera natural. (Manrique Pinzón et al., 2017)

Sin embargo, el problema no solo radica en el tiempo que tarda en degradarse, sino en la toxicidad acumulada de elementos nocivos de la elaboración y de la combustión del cigarrillo, ya que el filtro está diseñado para adsorber y acumular los componentes del tabaco, incluyendo los químicos más nocivos, que al entrar en contacto con el agua son liberados. (Caridi et al., 2020)

Por lo que cuando las colillas llegan a las fuentes hídricas, como ríos o incluso el mar, liberan estas sustancias.

El cigarrillo genera grandes impactos ambientales, desde su proceso de fabricación, hasta el fin de su vida útil, al ser el residuo más abundante en el mundo, como se demuestra en los resultados del proyecto MARLIN (Hanke, 2016)

La nicotina es proveniente del tabaco, y como ya se ha mencionado, es un componente del cigarrillo que causa adicción y contaminación ambiental. Algunas de las razones por las que se dice que el cigarrillo genera contaminación desde su proceso de fabricación hasta el fin de su vida útil, mencionadas por la Sociedad Española de Neumología y Cirugía torácica, son las siguientes.

- Se necesitan alrededor de 11 toneladas métricas de bosque al año para sembrar el tabaco, el curado de sus hojas, y para el papel de los cigarrillos. Por lo que se deforestan dichas zonas, destruyendo el ecosistema, contribuyendo al aumento de emisiones de CO₂, desertización, pérdida de biodiversidad, el cambio climático, aumento en la erosión del suelo que, disminuye su fertilidad y que altera el ciclo del agua. (Green, Tongue, et al., 2021)
- El proceso más contaminante en la producción de tabaco es la manufactura porque consume grandes cantidades de riquezas naturales, emplea pesticidas, hielo seco, papel, agentes decolorantes, productos químicos, plástico, acetatos, cartón y aluminio, entre otros.(Green, Tongue, et al., 2021)
- Las personas que se encuentran en dicho proceso de producción de tabaco también se ven afectadas, porque la exposición prolongada a la planta de tabaco y su nicotina, a través de la piel provoca la enfermedad del tabaco verde, en la que se presentan síntomas con náuseas, vómito, cefalea, debilidad muscular y vértigo.(Green, Tongue, et al., 2021)
- En España se ha demostrado que la población más vulnerable es la infantil, ya que se ha visto que tiene riesgo aumentado de cáncer al estar expuestos.(Green, Tongue, et al., 2021)

- Dos de cada tres colillas son arrojadas al medio ambiente y son residuos tóxicos.(Green, Tongue, et al., 2021)

El tabaco genera grandes impactos negativos en el medio ambiente, razón por la cual este producto es considerado como un residuo tóxico de acuerdo a Sociedad Española de Neumología y Cirugía torácica, en donde se menciona que la planta de tabaco necesita grandes cantidades de reguladores del crecimiento y productos químicos, lo que resulta nocivo, empobrece el suelo, conduce a la deforestación y perjudica la salud de las personas que trabajan en este sector productivo.(Llamas & Joaniquet, 2019)

Teniendo en cuenta la información anterior, se puede decir que las sustancias químicas empleadas para la producción del tabaco, se pueden movilizar a través del suelo hasta llegar a las fuentes hídricas, ya sean estas, fuentes de agua subterránea, ríos, lagos, incluso al mar. Afectando también el ecosistema acuático. En la figura 5 se pueden observar algunas de las maneras en las que las colillas de cigarrillo llegan a los diferentes ecosistemas.

Figura 5*Recorrido de la colilla*

Nota. Adaptada de (Castañeda Espitia, 2011).

8.2. Impacto sobre la fauna Silvestre

El consumo de cigarrillo genera alteraciones en los ecosistemas, fuentes hídricas y la fauna silvestre, esto a causa de las alteraciones generadas por las altas concentraciones de contaminantes tóxicos que contienen las colillas y los filtros de tabaco. (Green, Kregting, et al., 2021)

La inadecuada disposición de estos residuos afecta de forma directa a la avifauna de la Ciudad, debido a que, las aves están utilizando las colillas como materia prima para la fabricación de sus nidos, lo cual afecta de manera indirecta y no apreciable la salud y bienestar de los polluelos y adultos. Este panorama permite evidenciar como las diferentes especies se adaptan a las alteraciones que sufre el medio ambiente. (Alcaldía Mayor De Bogotá, 2018)

Las colillas se pueden movilizar fácilmente, ya sea por acción del viento, la lluvia o sistemas de alcantarillado, llegando así a los diferentes ecosistemas, por ejemplo, pueden llegar a los cursos fluviales y viajar a través de estos hasta los océanos.

8.3 Impacto sobre el suelo y el recurso hídrico

No hay duda que la degradación y lixiviación de las colillas de cigarrillo tienen un impacto considerable en las fuentes hídricas, debido a que los elementos que contienen son potencialmente tóxicos, estas colillas son arrastradas por la lluvia, la escorrentía urbana, los eventos de inundación, siendo transportadas a otros ecosistemas como ambientes acuáticos y terrestres, todo esto ocurre gracias a que cada día se liberan billones de colillas de cigarrillo al medio ambiente. (Akhbarizadeh et al., 2021)

Aunque muchas personas subestiman el daño que puede causar una colilla de cigarrillo sobre el medio ambiente, el efecto acumulativo de las colillas en un área localizada, puede representar una amenaza para los organismos de dicha zona (ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2018). Incluso varios estudios como el mencionado en el apartado de metales pesados, realizado por J. W. Moerman y G. E. Potts demuestran que las colillas de cigarrillo y sus lixiviados representan un foco de contaminación, que resulta ser tóxico para las especies acuáticas.

Uno de los ambientes acuáticos en el que se logra evidenciar este gran impacto, es en lugares costeros, debido a que en su mayoría se acumulan las colillas de cigarrillo en las playas, y que indirectamente son transportadas de otras áreas. Esto nos lleva a que la fauna marina se vea

gravemente afectada por ingerir accidentalmente los productos químicos de las colillas de cigarrillo durante su alimentación siendo nocivos para los organismos de las especies acuáticas, ya que causa parálisis de branquias, convulsiones, envenenamiento agudo y muerte.(Araújo & Costa, 2019a)

De este modo, se afecta la calidad del agua alterando el ciclo ecológico de algunas especies marinas, como moluscos, peces, ostras, reptiles y aves, que pueden terminar envenenados por la bioacumulación de cadmio o por ingerir directamente las colillas. Esto, también podría afectar la salud humana, ya que muchas de estas especies que bioacumulan las sustancias contaminantes, hacen parte de la cadena alimenticia del hombre. Sin embargo, no es el único medio por el que la salud humana se ve comprometida, el arsénico que es otro de los metales pesados que contienen las colillas, también es bioacumulable y es fácilmente absorbido por las plantas, haciendo que el rango de concentración sea alto y perjudicial.(Echeandía et al., 2021)

Un estudio de la Universidad de San Diego realizado en 2011, demuestra que, tanto las colillas como los cigarrillos sin fumar, desprenden sustancias tóxicas al entrar en contacto con el agua. En dicho estudio se realizaron bioensayos estándar en peces expuestos a lixiviados, con el fin de determinar la toxicidad acuática y la supervivencia del pez topmelt y el pez pimephales promelas. Y se concluyó con que tanto las colillas como los cigarrillos sin fumar, representan una gran fuente de contaminación que puede afectar la vida de las especies por los lixiviado que generan. También se identificó que los Daphnia, que son crustáceos planctónicos, pueden ser más sensibles a los pesticidas que los peces, dichos pesticidas provienen de los procesos de producción de tabaco y se quedan en los cigarrillos sin fumar, contribuyendo a la toxicidad del lixiviado. (Slaughter et al., 2011)

Las colillas desechadas por los bogotanos afectan un millón ciento cuenta mil litros (1.150.000 L) de agua al día que presenta características de toxicidad para el medio ambiente,

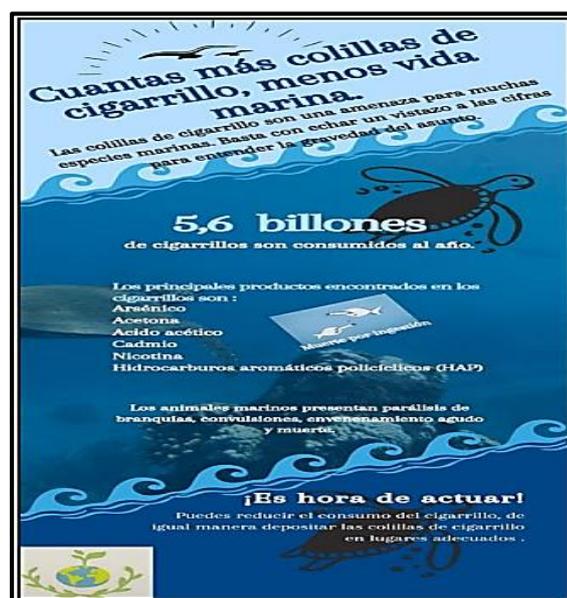
esto se debe a que, el filtro de las colillas retiene numerosas sustancias como cadmio, arsénico, nicotina, tolueno, metanol, ácido acético, amoníaco, ácido esteárico y alquitrán, entre otros; que al entrar en contacto con el agua, son liberadas causando efectos irreversibles en la naturaleza, por ejemplo, las lombrices y otros animales que llevan a cabo funciones importantes para el suelo, pueden ser envenenados por el cadmio que se libera de las colillas, hasta el punto de causar su muerte, afectando la estructura del suelo, transformando las superficies terrestres en impermeables e infértiles. (Libera et al., 2018)

Es relevante mencionar que además de generar impactos que afectan la estructura del suelo o el agua, las colillas apagadas inadecuadamente, puede ser un foco de generación de incendios y así también terminar con zonas verdes, y a su paso con la vida de las especies, como lo es en el caso de 1000 fumadores y no fumadores que mueren en Estados Unidos, por incendios generados en sus hogares a causa de los cigarrillos. (Safety, n.d.)

En la figura 6. Se puede apreciar la forma en que las colillas de cigarrillo, llegan a causar alteraciones en el medio acuático, poniendo en peligro la vida y desarrollo de las especies.

Figura 6

Impacto en los ecosistemas acuáticos



Nota. Adaptada de (Araújo & Costa, 2019a).

8.4 Impacto al aire

El nivel de salud respiratorio de las personas, puede ser determinado por la calidad del aire que éstas respiran. De igual manera, la contaminación atmosférica está relacionada con el aumento de casos de hospitalización por causas respiratorias.(Osman, 2011)

En la actualidad es evidente que tanto el tabaquismo como la exposición a la contaminación atmosférica, están asociados con la mortalidad y progresión de enfermedades cardiovasculares y/o enfermedades isquémicas preexistentes. (Gutiérrez, 2003)

Se dice que las personas que no fuman, son quienes tienen un nivel de exposición mayor a los contaminantes, a comparación de los fumadores, la razón de esto, es que, los fumadores usan el filtro del cigarrillo para atenuar los tóxicos que inhalan de manera esporádica, mientras que las personas que se encuentran en el espacio contaminado respiran de manera incesante durante todo el tiempo, inhalando los tóxicos flotantes del aire. Por lo que respirar el aire contaminado es equivalente a fumar de forma masiva en contra de la voluntad.(Martínez López & Díaz Valencia, 2014)

Así como al arrojar colillas al suelo o el recurso hídrico se liberan sustancias tóxicas, sucede al fumar, se libera material particulado, lo cual representa un grave problema de salud pública. Se estima que las emisiones anuales de Emission Trading System (ETS) en California contienen aproximadamente 40 toneladas de nicotina, 365 toneladas de partículas en suspensión y 1900 toneladas de monóxido de carbono.(California Environmental Protection Agency, 2005)

El Consejo de Recursos Atmosféricos (ARB siglas en inglés), realizó un monitoreo de las concentraciones de nicotina en varias áreas para fumadores al aire libre en California; la nicotina es un sustituto de uso común para la Humo de Tabaco Ambiental (HTA), que es un contaminante

muy peligroso, ya que contiene más de 4800 componentes químicos, de los cuales 69 son cancerígenos, y otros tóxicos, mutagénico, entre otros; y obtuvieron concentraciones de nicotina en un rango de 0.01 a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El estudio encontró que las concentraciones de nicotina corresponden al número de fumadores en las áreas disponibles para estas personas. (California Environmental Protection Agency, 2005)

En los Ángeles (USA) se realizaron dos estudios en el año 1982, en los que se estimó que las partículas de ETS, se presentan en promedios anuales que oscilan entre 0.21 – 0.36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo, el Consejo de Recursos Atmosféricos (ARB siglas en inglés), realizó una estimación para el aire de los Ángeles, para el año 2003, ya que, entre 1982 y 2003 hubo una reducción en la venta de cigarrillos y por ende las emisiones provenientes de cigarrillos. Los resultados mostraron que probablemente dichas emisiones disminuyeron a 0.06 y 0.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.(California Environmental Protection Agency, 2005)

8.5 Impacto en seres humanos

Para entender por qué el cigarrillo y las colillas son un factor negativo en la salud humana y el motivo por el que las personas entran en esta práctica, se debe tener en cuenta la siguiente información.

Una de las principales razones por la que los fumadores realizan esta práctica, es la reducción de ansiedad, tensión y agresividad.(Adán Puig, 1993). Es viable que el efecto estimulante que se genera por la ingesta de la nicotina, incrementa la activación cortical que es la que capacita al sujeto para realizar las diferentes operaciones o actividades físicas o mentales, y la capacidad de atención.(Parrot & Winder, 1989).

Por lo que ante situaciones estresantes, en las que el individuo requiera concentrarse o pensar, fumar le ayuda a experimentarlas con menos sensaciones negativas o desagradables.(Adan Puig, 1993)

A continuación, se mencionan algunas características, que permiten conocer más a fondo las razones por las que las personas realizan esta práctica de fumar.

- Conducta y tipo de fumadores

En primera instancia el número de personas que consumen cigarrillo, se le puede atribuir a la motivación que reciben de quienes ya realizan esta práctica, por el refuerzo social que proporcionan estas personas. También se debe tener en cuenta que, en la etapa de desarrollo adolescente, las personas son más vulnerables al consumo, ya que tienen una tendencia de deseabilidad social y el miedo a ser excluidos del grupo.(Balceró Arévalo & Forero Falla, 2017) Existen diversos tipos psicológicos de fumadores, como los que se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1

Tipos de fumadores.

<i>Tipos</i>	<i>Descripción</i>
Reflexivo extrovertido	El fumador es una persona con conductas y pensamientos enfocados en algo lógico, objetivo y dogmático.
Sentimental extrovertido	El fumador es caracterizado por ser una persona emotiva, sensible y sociable.
Perceptivo extrovertido	Para este tipo de fumadores, se distinguen características de una persona amable y amante de los placeres.
Intuitivo extrovertido	El fumador cuenta con características de una persona creativa, que es capaz de alentar a otros y de tomar cada oportunidad que se le presente.
Reflexivo introvertido	En contraste con el tipo de fumador extrovertido, este tipo de fumador es más interesado en las opiniones e ideas, que en las personas
Sentimental introvertido	A diferencia del fumador extrovertido, éste presenta características de una persona reservada, poco expresiva y es capaz de experimentar emociones profundas

Perceptivo introvertido	Para este tipo de fumador es aparentemente indiferente, sin embargo, se expresa en actividades estéticas.
Intuitivo introvertido	El fumador presenta interés por el mundo imaginario, más que por la realidad.

Nota. Adaptada de (Balceró Arévalo & Forero Falla, 2017).

La complejidad de la conducta de fumar radica en que el fumador desde el inicio lo ve como algo pasajero, pero sin darse cuenta progresivamente esa conducta de fumar, la empieza a practicar en todos los lugares, situaciones, emociones y con compañía. Es ahí cuando el fumador nota su dependencia al consumo de cigarrillo. Entonces se puede decir que fumar es una conducta humana – aprendida, que se mantiene por sus consecuencias, es decir que la persona que realiza dicha práctica lo hace porque percibe más beneficios que inconvenientes. Además, fumar genera una reacción de carácter adictivo, esto se debe a la rápida acción de la nicotina, que tarda de 7 a 9 segundos aproximadamente en llegar de los labios al cerebro. (Molero Chamizo & Muñoz Negro, 2005), y puede estar presente en la sangre hasta 10 horas después de haber fumado. (Adan Puig, 1993). Sin embargo, hay más factores que influyen en el fumador para que este continúe consumiendo cigarrillos.

- Características de la conducta de consumo de cigarrillo

Dependencia física

Es el estado en el que se muestran la variedad de alteraciones fisiológicas, tras suspender el uso de la droga (cigarrillo) de manera transcurrida, los síntomas que se generan son constituyentes del síndrome de abstinencia, algunos de estos son: ansias de nicotina, ira, frustración, entre otros; este síndrome suele durar de dos a tres semanas y es una de las razones por la que los fumadores vuelven a fumar. (Molero Chamizo & Muñoz Negro, 2005)

Además de esto, la dependencia física también genera un proceso llamado tolerancia, esto quiere decir que el organismo se hace menos sensible a los efectos del cigarrillo, por lo que, para alcanzar los efectos deseados, debe consumir una mayor cantidad. (Molero Chamizo & Muñoz Negro, 2005)

Dependencia psíquica

Hace referencia al estado de placer o a evitar sensaciones desagradables, lo cual se consigue con el consumo de cigarrillo (Molero Chamizo & Muñoz Negro, 2005). La nicotina es una droga ideal para la persona que la consume y como ya se ha mencionado, es uno de los principales compuestos del cigarrillo, ya que, tiene propiedades estimulantes y tranquilizantes, por lo que las personas con trastornos psiquiátricos consumen cigarrillos y es una de las razones por las que se incrementa la dificultad para dejar de fumar. (Cabezas & Palacios, 2007)

A parte de lo mencionado anteriormente, otra de las características que se evidencia en los fumadores, y por la que se dice que el consumo de cigarrillo es adictivo, proviene de la comprobación de que la mayor parte de las personas que quieren dejar de fumar, se les dificulta y, recaen. La tasa de recaídas que se presentan son del 70% de los fumadores y se da aproximadamente a los tres meses del intento de dejar el cigarrillo. (Adan Puig, 1993)

8.6 Impacto económico

A lo largo de los años se ha evidenciado como el aumento de la población ha causado una alta demanda de recursos, como lo son la energía eléctrica, el agua, espacios en zonas verdes deforestadas para producción de tabaco, entre otros. De esta manera se hace un enfoque a nivel mundial, en cuanto al consumo de cigarrillo, que causa afectaciones en el desarrollo sostenible del mundo. El costo económico de fumar asciende a 2 billones de dólares a nivel global, lo que equivale al 2% de la salida económica total mundial, aproximadamente. (Drope et al., 2018).

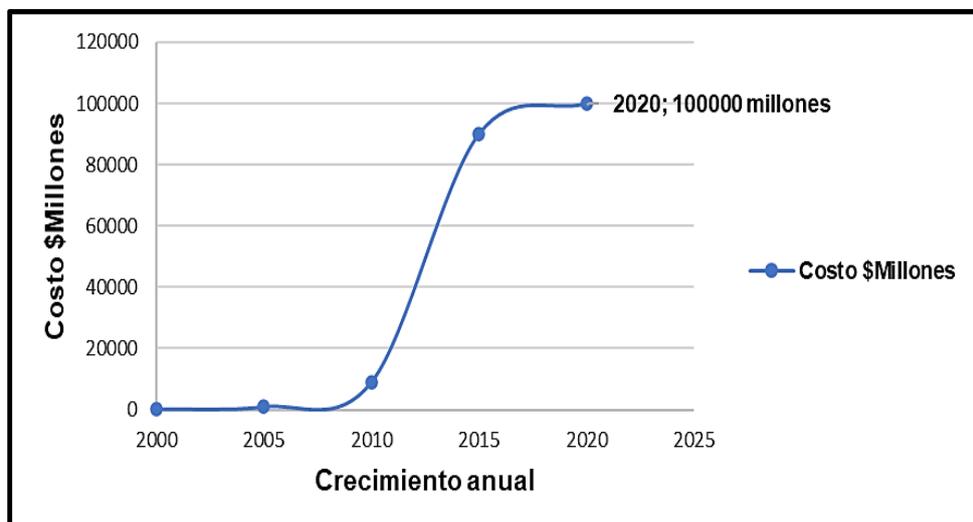
Además de esto, también se generan otros impactos económicos por el consumo de cigarrillo, como el aumento de enfermos o muertos por el tabaco, la Organización de las Naciones Unidas en el 2019, presentó en el informe mundial de drogas, que el consumo de cigarrillos genera al año la muerte de cinco millones de habitantes (Naciones Unidas, 2019), seguido por el costo de tratamientos por enfermedades relacionadas con el tabaquismo, y también están los daños ambientales que se generan por la inadecuada disposición de colillas.

Al año en todo el mundo se venden 5,4 billones de cigarrillos (OMS, 2017), a su vez, el costo del consumo de tabaco está aumentando rápidamente, tras el aumento de consumidores a temprana edad, de tal manera que el consumo y costo recae para las familias más pobres, ya que, estas personas invierten sus ingresos en la compra de cigarrillos, dejando de lado su progreso económico, dando paso a nuevas generaciones en estos ambientes de consumismo promoviendo dicho acto, formando así un ciclo de consumo. (National Cancer Institute in collaboration with world health organization, 2016).

En la figura 7 se puede apreciar el aumento del costo económico de las enfermedades atribuidas al consumo de cigarrillo, durante los años 2000 al 2020.

Figura 7

Costo económico por enfermedades relacionadas al consumo de tabaco.



Nota. Adaptada de (Drope et al., 2018).

9. Estrategias de recolección

En vista de que las colillas son un residuo de gran generación a nivel mundial y que causan alteración en diferentes ambientes, se hace necesario tomar acción y desarrollar estrategias que permitan recolectarlas, con el fin de evitar que estas lleguen a los diferentes ecosistemas y poder darles un aprovechamiento. Es por esto que se realizó una investigación bibliográfica que permite identificar las diferentes estrategias empleadas por distintas organizaciones a nivel mundial y nacional.

Actualmente la falta de espacios adecuados para fumadores hace que la problemática por inadecuada disposición de las colillas aumente, es por eso que estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo de Medellín, Colombia, realizaron un proyecto que a través de estudios técnicos e investigaciones, permite el diseño de un dispositivo de recolección de colillas y una zona de fumadores, con el objetivo de dar finalidad a la problemática de contaminación por colillas que se presenta en la institución, en la figura 8, se puede observar el diseño final para el dispositivo de recolección de colillas, que cuenta con un espacio en la parte superior que permite el ingreso netamente de las colillas de cigarrillo, y en la parte inferior cuenta con un sistema de filtrado, en donde se separan las cenizas de las colillas. (Otálvaro Ortiz et al., 2020)

Figura 8

Dispositivo de recolección de colillas.



Nota. Adaptado de (Otálvaro Ortiz et al., 2020).

Por otra parte, hay proyectos y empresas, cuyo objetivo es recolectar las colillas de cigarrillo, buscando un beneficio ambiental y económico. Como lo es en el caso del proyecto Verde Halago, que posteriormente fue establecido como una empresa, que maneja un servicio de diseño, desarrollo de empaques, y productos, realizados a partir de materiales reciclados, entre los que se encuentran las colillas de cigarrillo, papel, y aserrín. El producto que se fabrica es, macetas biocompostables con plantas de bajo riego y personalizadas. Las macetas tienen una duración de 3 a 5 años, y al ser elaboradas con material absorbente, proporcionan hidratación a la planta por más tiempo. Sin embargo, Nayeli Martínez, la creadora del proyecto/empresa, está desarrollando más productos, como plumas, libretas, papel y tableros, que se pueden construir a partir de las colillas. Otro beneficio, es la recolección de colillas en espacios como escuelas, empresas, hospitales, bares, entre otros lugares. Además de que contempla el manejo total de las colillas, desde la recolección hasta el tratamiento, que consiste en una degradación biológica a través de sistemas que son amigables con el medio ambiente, y de esa manera lograr eliminar la mayor parte de los componentes contaminantes de la colilla, hasta convertirla en un material de baja y media densidad, con el que se pueden realizar diversidad de productos útiles. (Martínez Cruz & Enlaces Xochimilco, n.d.)

También está el trabajo realizado por estudiantes de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, que tiene como iniciativa, adaptar contenedores especiales in situ, para la recolección de colillas y campañas educativas para crear consciencia a cerca de los riesgos ambientales que ocasiona la inadecuada disposición de las colillas, además la propuesta también menciona metodologías para transformar las colillas en productos útiles, como marcos para anteojos, que se pueden realizar a partir de la extracción del acetato de celulosa, que es el componente con mayor porcentaje del cigarrillo, siendo este del 17,5%. (Ramirez Murillo & Mosquera Lopez, 2019)

De igual manera, se ha diseñado por parte del semillero de producción verde SemProVer de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en compañía de los estudiantes, un prototipo para depositar las colillas, en el que se utilizaron botellas plásticas transparentes de 500 ml perforadas en la parte superior, manteniendo la boquilla con su tapa respectiva para disminuir el ingreso de agua lluvia y, a cada botella se le adhirió etiquetas con información acerca de los impactos negativos que genera en el medio ambiente y las afectaciones sobre la salud que causa el consumo de cigarrillos. (Manrique Pinzón et al., 2017)

En la figura 9, se puede observar el diseño final del prototipo para la recolección de colillas.

Figura 9

Prototipo para la disposición de las colillas de cigarrillo



Nota. Adaptado de (Manrique Pinzón et al., 2017).

Entre las distintas estrategias que tienen como finalidad en común, combatir las colillas de cigarrillo, se encuentran las empresas recicladoras de colillas de cigarrillo, de las cuales, se mencionan las tres más representativas a nivel mundial en la tabla 2.

Tabla 2.

Empresas recicladoras de colillas

Empresa	País	Tecnología Usada	Productos elaborados	Desventajas
Poiato Recicla	Brasil	Solución acuosa que desprende las sustancias tóxicas de las colillas y las precipita	Pulpa de celulosa y productos derivados	Iniciativa enfocada a la educación sustentable, no cuenta con proceso sin químicos, no tiene alianza tabacalera
TerraCycle	E. U	Descomposición química de la materia mediante calentamiento en ausencia de oxígeno (pirólisis controlada)	Pellets poliméricos	No le da un tratamiento específico a las colillas, las combina para obtener productos poliméricos, no cuenta con alianza tabacalera.

				En su proceso se utilizan menos del 70% de las colillas. Se genera lixiviado con toxinas que van al suelo y a las plantas. No cuenta con alianza tabacalera.
SmokeBox	Chile	Elaboración de fertilizante	de Fertilizante para plantas de ornato	

Nota. La información de la figura 2, fue tomada de (Gobernación, 2019).

10. Valorización de las colillas de cigarrillo

En vista de que las colillas de cigarrillo representan un gran problema de contaminación ambiental, se hace necesario desarrollar alternativas de valorización que ayuden a mitigar el impacto negativo y que a su vez generen beneficios económicos.

Una vez realizada la recolección de las colillas, se procede a realizar la respectiva reutilización o transformación por medio de distintos métodos que permitan obtener un producto final. A continuación, se muestran diferentes procesos de valorización en los que se emplea la colilla de cigarrillo.

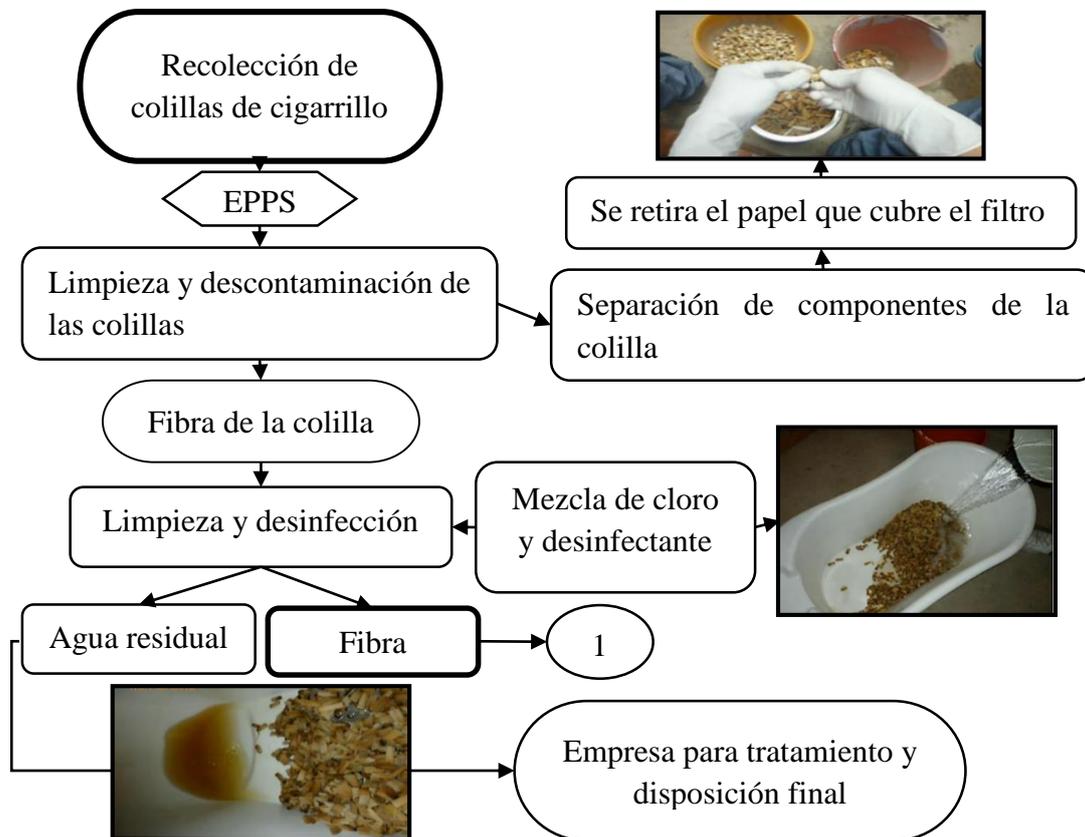
La estudiante Cristina Cevallos, de la Universidad UTE, de Santo Domingo, realizó un trabajo de investigación, en el que dio a conocer la realización de dos procesos de reutilización, que añaden un valor a las colillas de cigarrillo, al ser empleadas para la fabricación de panel acústico y elaboración de cenicero e insecticida, como se muestra en las figuras 10, 11, 12 y 13 respectivamente. (Cevallos Escobar, 2019)

- **Construcción de panel acústico**

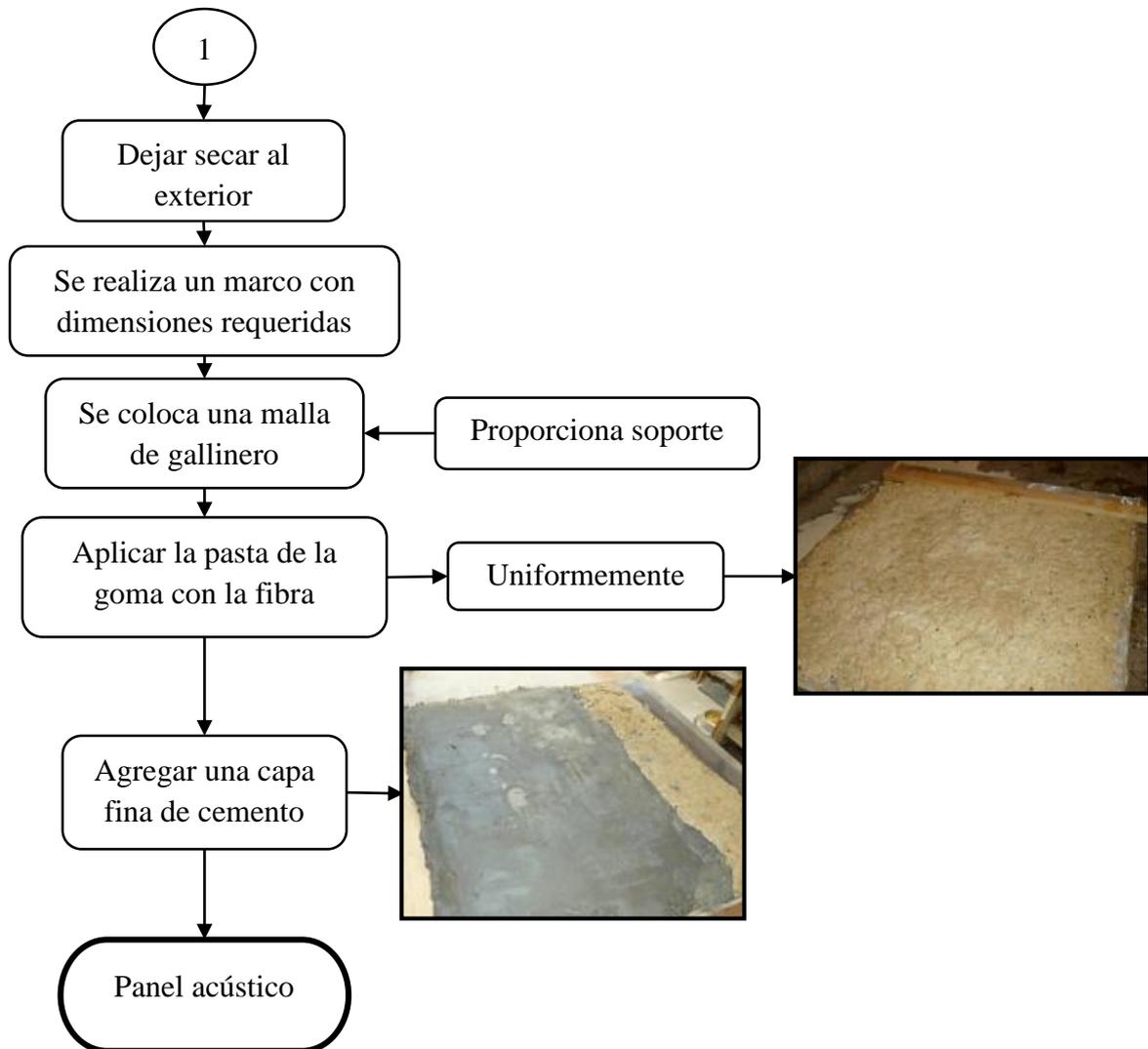
El objetivo del panel es disminuir el coeficiente de transmisión acústica. El Proceso para la construcción del panel acústico, fue realizado de forma manual, ya que se desconocen hasta el momento, máquinas para la realización de dicho producto. Y se emplearon elementos de protección como, guantes, gafas y mascarilla, ya que, la manipulación de las colillas puede generar daños en el organismo. La figura 10 muestra el proceso de obtención de la materia prima y la figura 11 la construcción del panel acústico. (Cevallos Escobar, 2019)

Figura 10

Materia prima-Panel Acústico



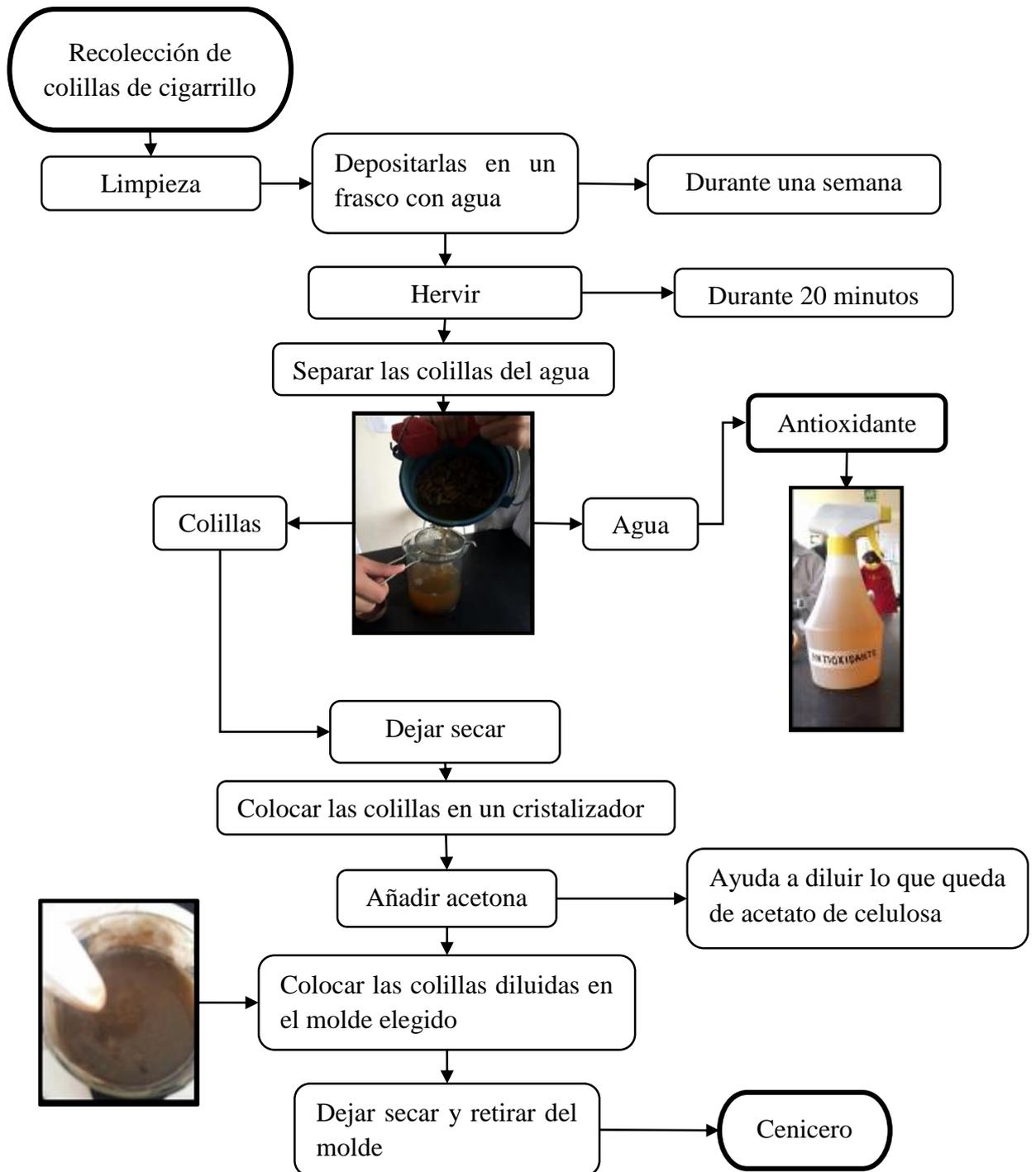
Nota. La figura 10 contiene información tomada de (Cevallos Escobar, 2019).

Figura 11.*Construcción panel acústico*

Nota. La información de la figura 11 fue tomada de (Cevallos Escobar, 2019).

- **Cenicero**

Para la elaboración de ceniceros, a partir de las colillas de cigarrillo, es indispensable utilizar elementos de protección. En la figura 12 se puede observar el proceso realizado por la estudiante de la Universidad UTE, para la realización del producto.

Figura 12*Cenicero*

Nota. La información de la figura 12 fue tomada de (Cevallos Escobar, 2019).

- **Insecticida de nicotina**

Como se ha mencionado anteriormente en el documento, la nicotina es un componente del tabaco, que, a su vez es un componente del cigarrillo, por lo que, para la realización del insecticida de nicotina, se realizó la recolección de las colillas, y a partir de estas se creó. Sin embargo, cabe mencionar que, también se puede utilizar el agua proveniente de la limpieza de las colillas de los procesos mencionados en las figuras 13 y 14. (Cevallos Escobar, 2019)

Figura 13.

Insecticida de nicotina

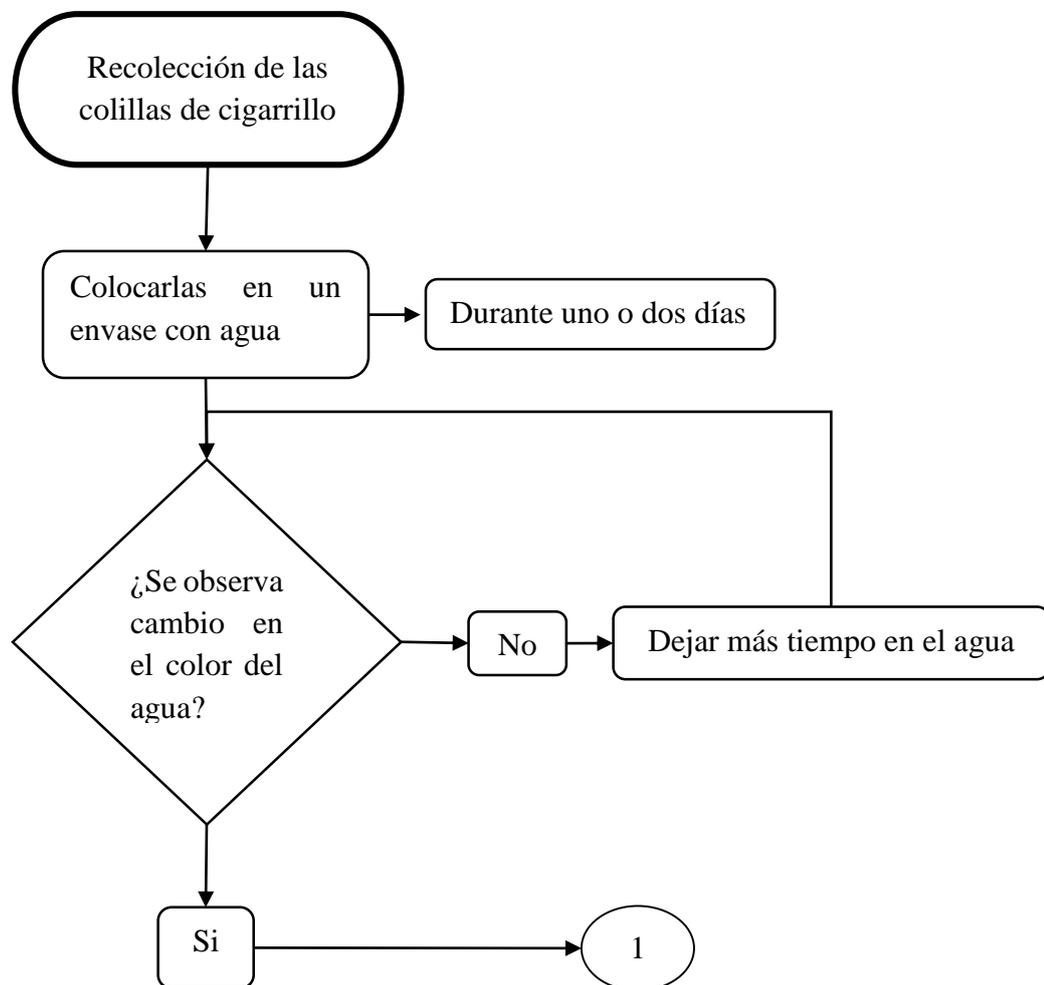
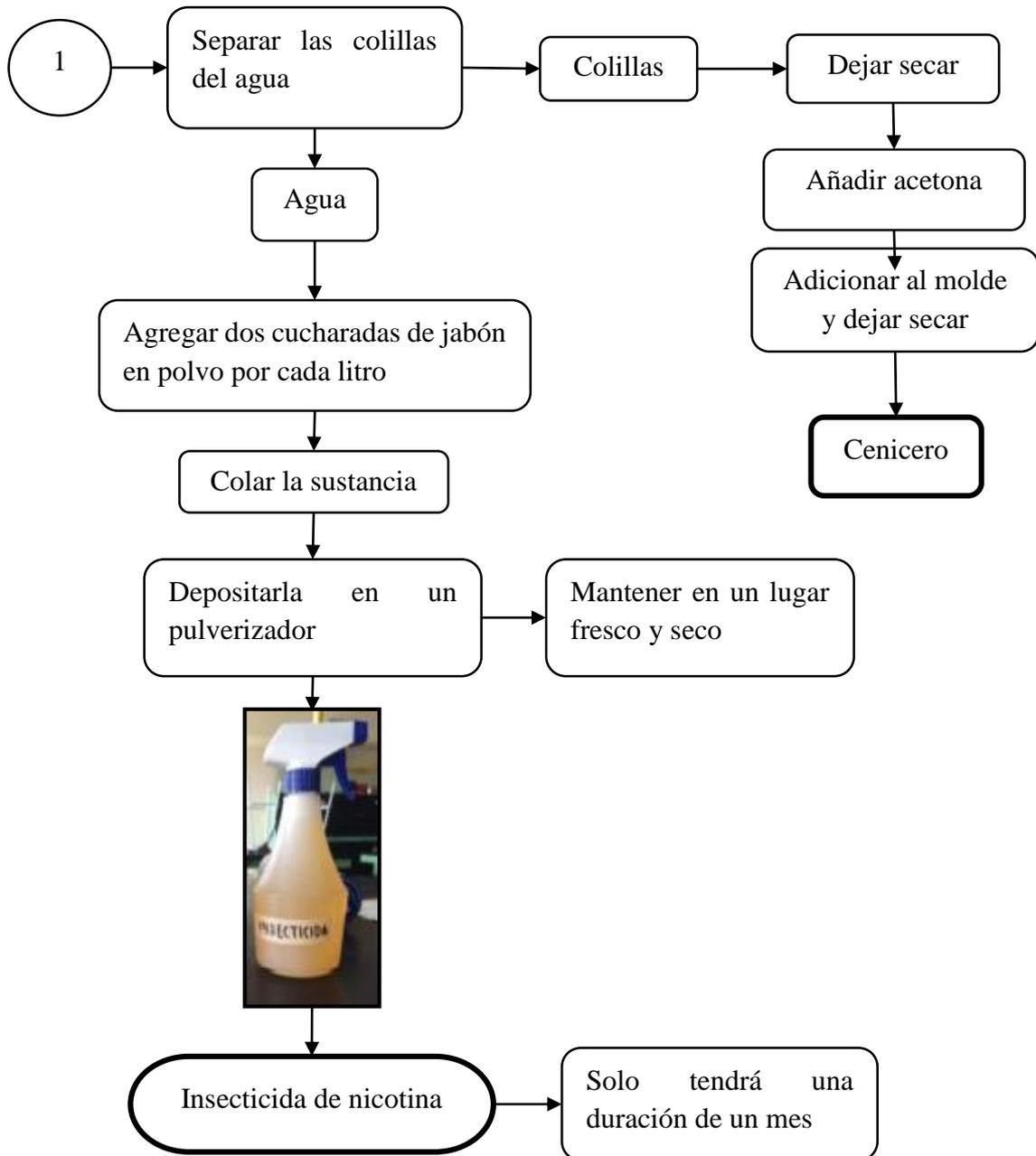


Figura 14*Insecticida de nicotina*

Nota. La información presentada en la figura 14, fue tomada de (Cevallos Escobar, 2019).

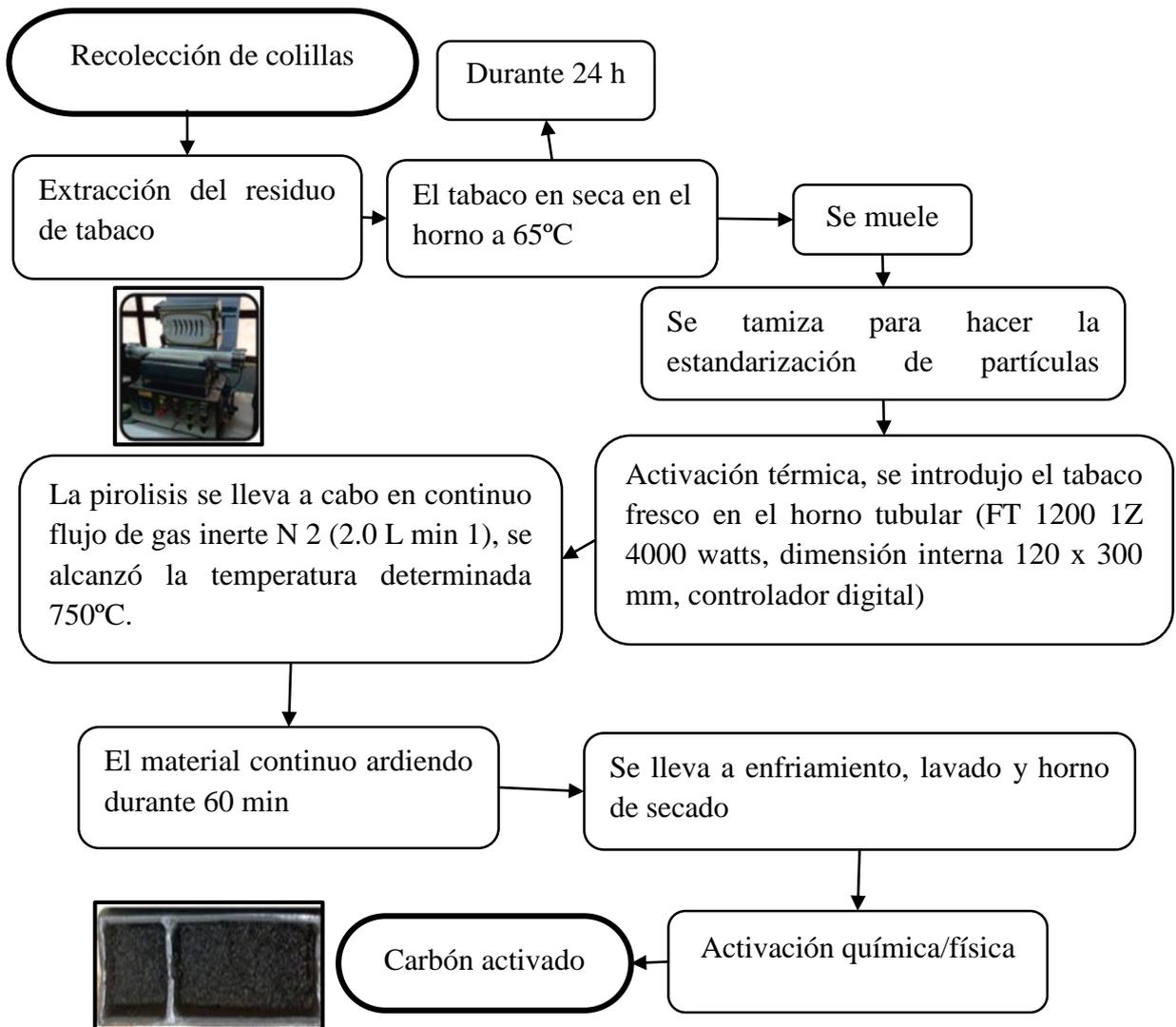
- **Carbón activado o bio-carbón**

El estudio llamado “Development of biochar and activated carbon from cigarettes wastes and their applications in Pb²⁺ adsorption”, tiene como objetivo transformar el tabaco de los cigarrillos en adsorbentes (biocarbono o carbón activado) de alta eficiencia y bajo costo, con

la intención de ensayarlos en la remediación del recurso hídrico contaminado con plomo y, de brindar soporte para estudios futuros.(Manfrin et al., 2020) En la figura 15, se puede observar el proceso de fabricación para el carbón activado o el bio-carbón.

Figura 15

Carbón activado o bio-carbón



Nota. La información suministrada en la figura 15 fue tomada de (Manfrin et al., 2020).

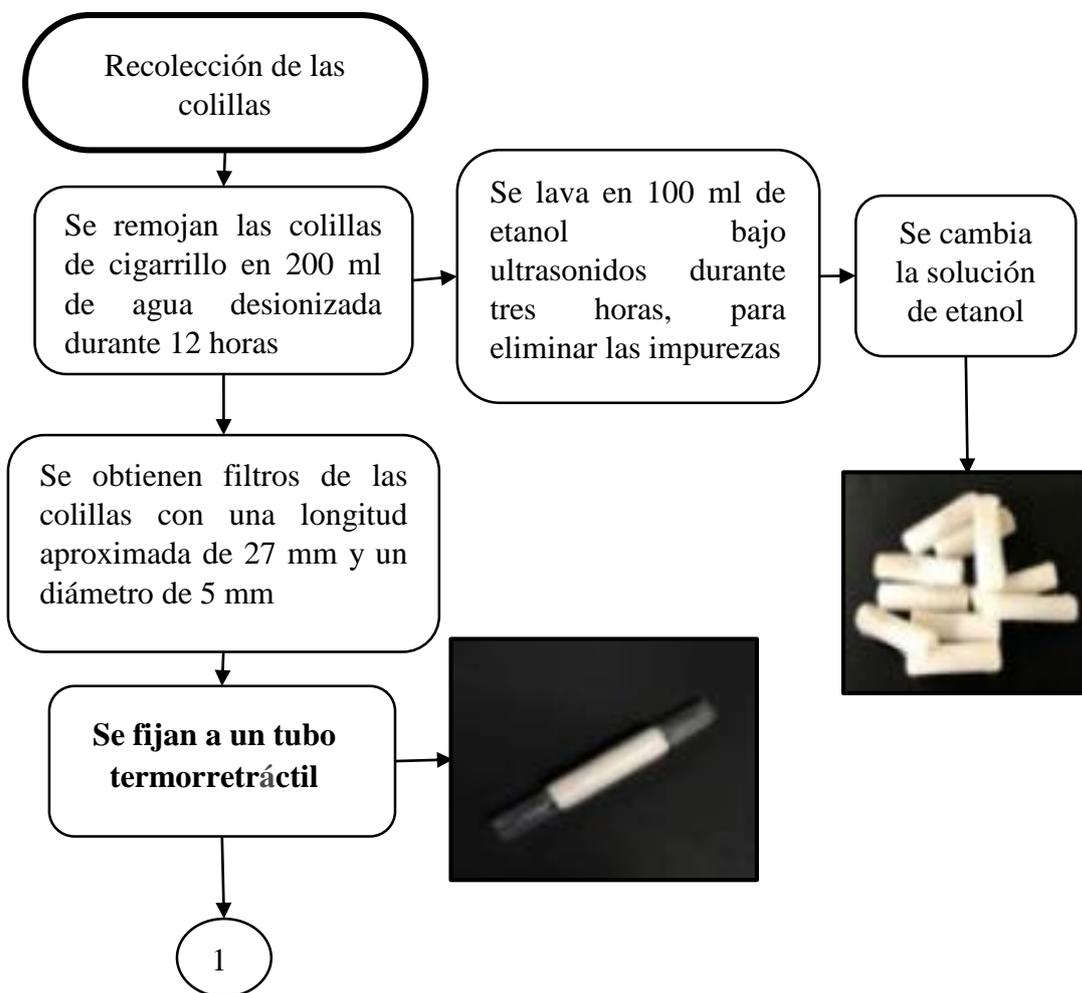
- **Reactor de flujo ultrarrápido**

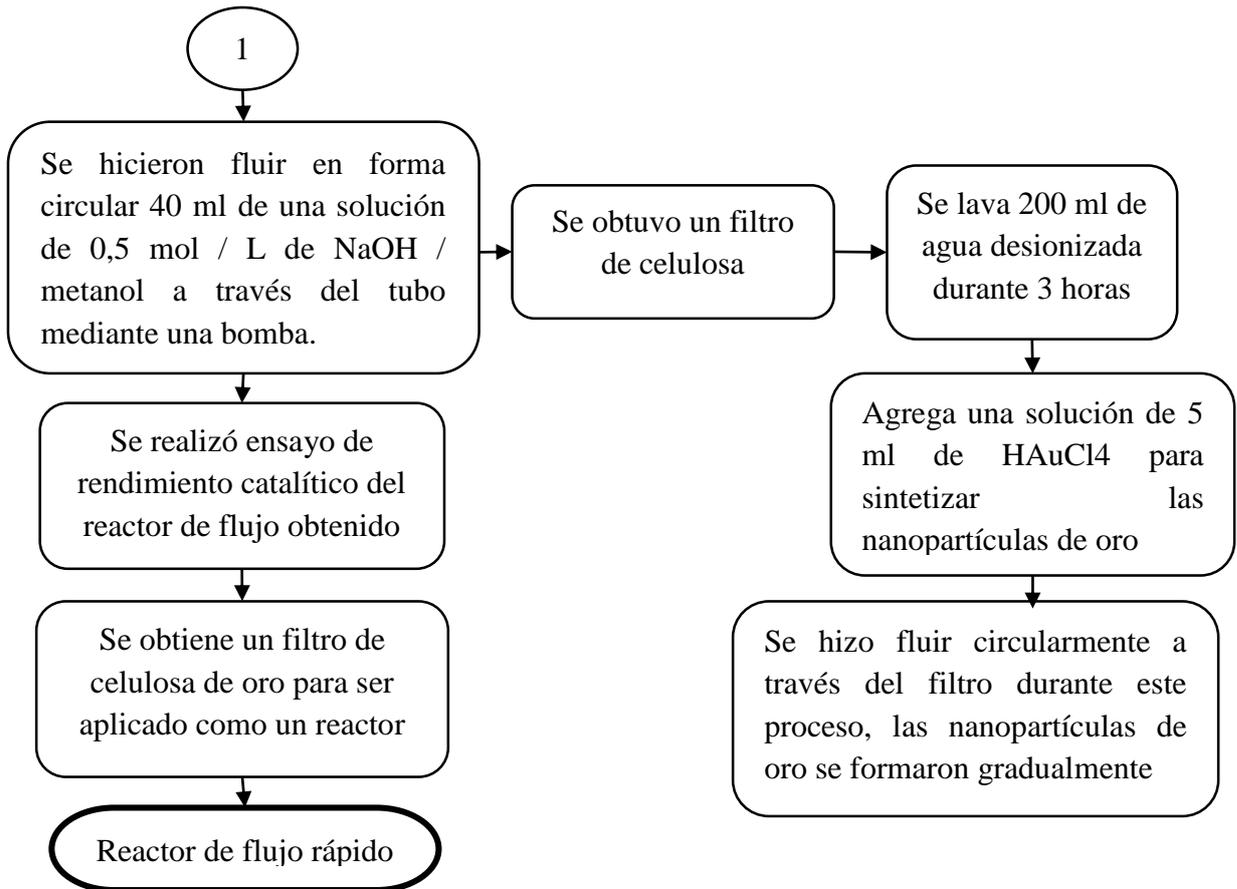
La elaboración de productos de alto valor agregado a partir de desechos es muy prometedora desde la perspectiva de protección del medio ambiente y recuperación de recursos. En esta ocasión se utilizó en filtro del cigarrillo para preparar el reactor de flujo mediante

estrategias limpias y sencillas, se adoptó un método de reducción de flujo continuo para producir nanopartículas de oro en el filtro de cigarrillo desacetilado sin ningún modificador químico, reductor o tensioactivo adicional, el filtro obtenido se aplicó como un reactor de flujo continuo y mostró una alta permeabilidad y un flujo ultrarrápido.(Xie et al., 2020).En la figura 16, se puede observar el proceso de fabricación del reactor de flujo ultrarrápido.

Figura 16

Reactor de flujo ultrarrápido





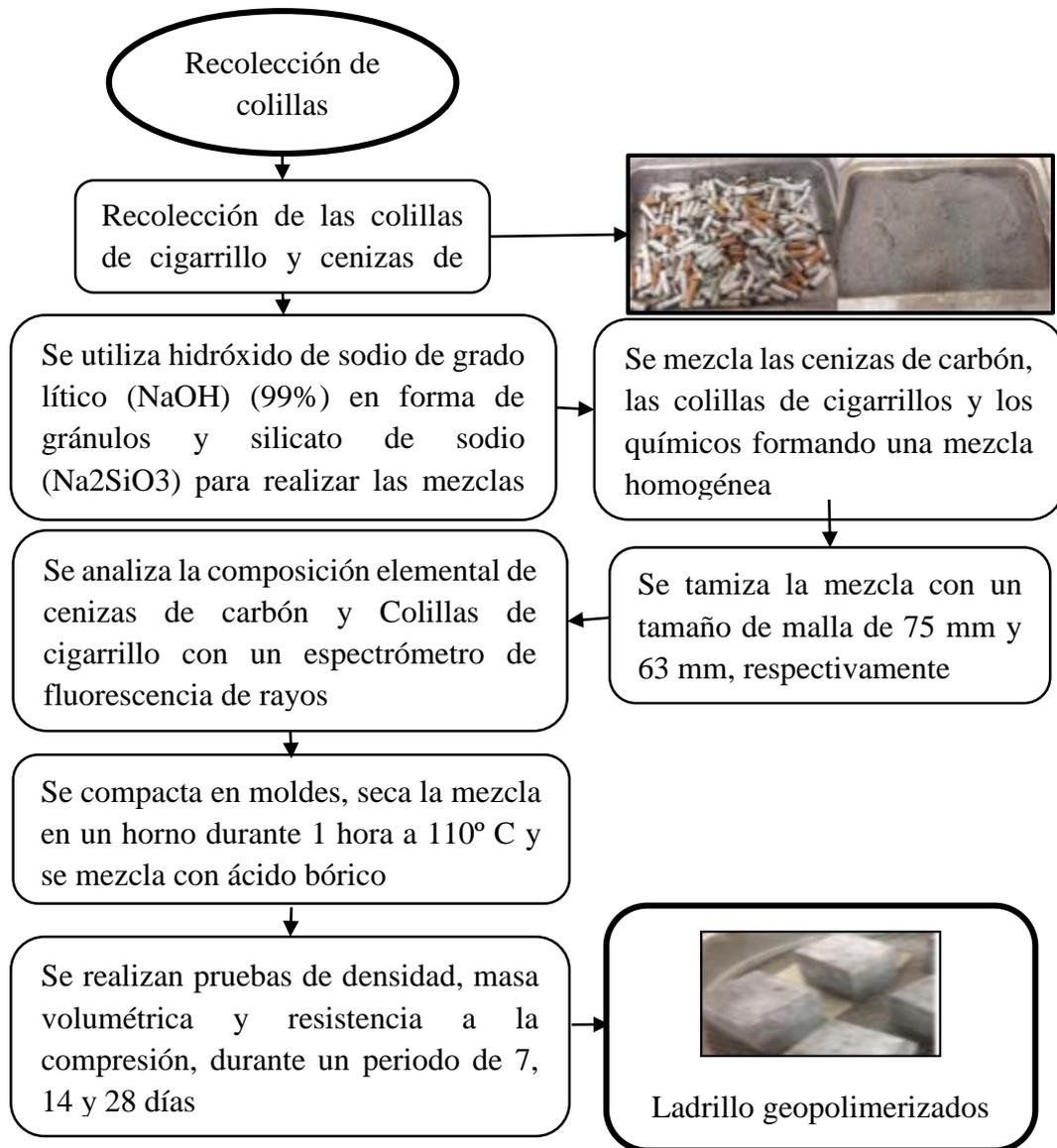
Nota. La información de la figura 16 fue tomada de (Xie et al., 2020).

- **Ladrillos geopolimerizados a partir de cenizas de carbón y colillas de cigarrillo**

Los enfoques innovadores para producir ladrillos sostenibles a partir de desechos cada vez están siendo más importante, ya que es con el fin de minimizar las alteraciones ambientales significativos del ladrillo convencional industrial, se utilizó la técnica de geopolimerización siendo una técnica altamente potencial como método sostenible para producir ladrillos ligeros a partir de colillas de cigarrillo y cenizas de carbón. (Akanyeti et al., 2020). En la figura 17, se puede observar el proceso de fabricación de los ladrillos geomopolarizados a partir de cenizas de carbón y colillas de cigarrillo.

Figura 17

Ladrillos geopolimerizados a partir de cenizas de carbón y colillas de cigarrillo



Nota. La información de la figura 17 fue tomada de (Akanyeti et al., 2020).

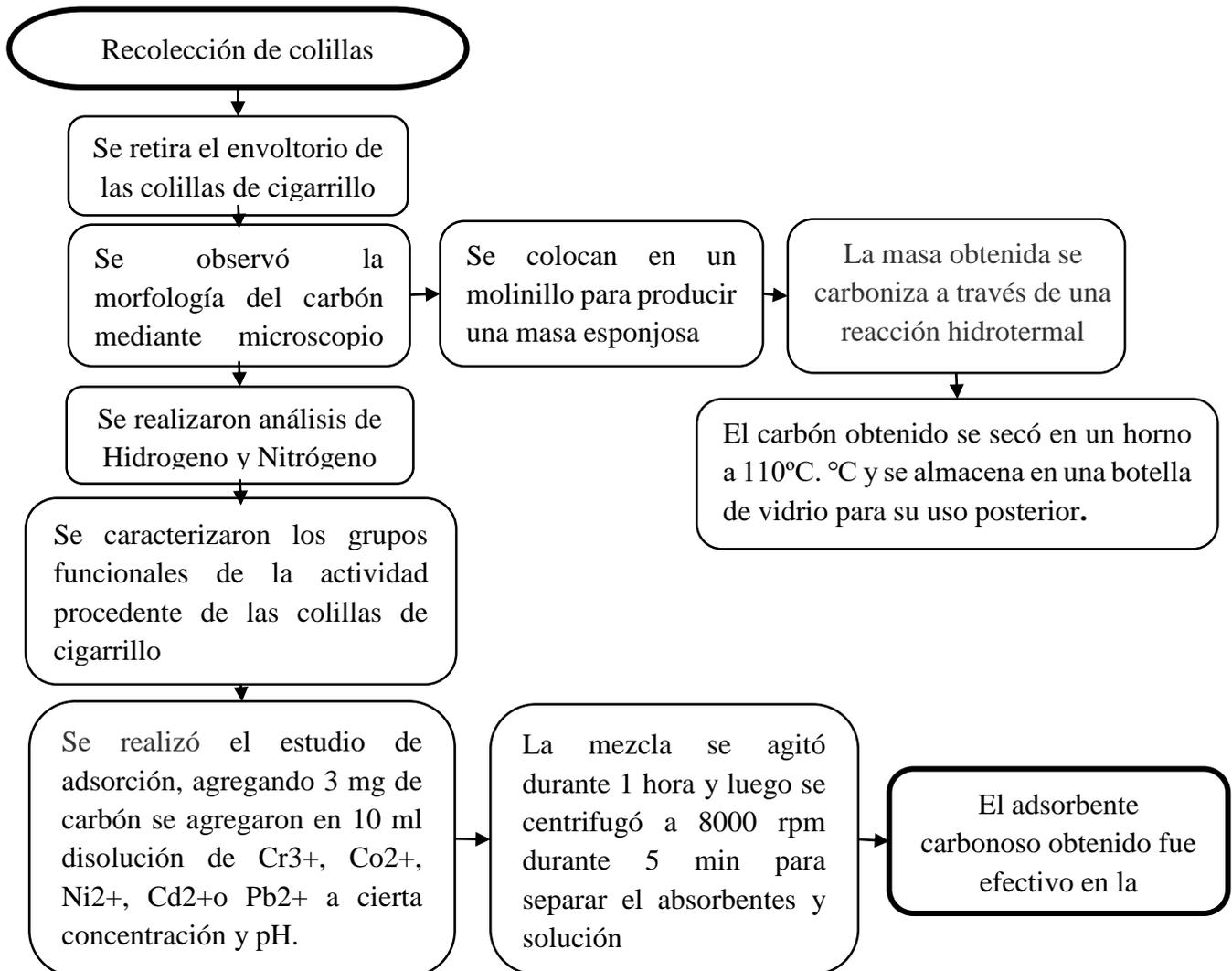
- **Adsorbente carbonoso derivado de colillas de cigarrillo**

Las colillas de cigarrillo desechadas son los desechos sólidos no biodegradables más abundantes del mundo, además, son buenas candidatas para las materias primas iniciales de la síntesis de los materiales del carbono proporcionando una forma posible de reciclar este residuo, por tal razón se ha creado un adsorbente carbonoso derivado de este residuo siendo

efectivo en la eliminación de metales pesados. (Zhang et al., 2021). En la figura 18, se puede observar el proceso de fabricación del adsorbente carbonoso derivado de colillas de cigarrillo.

Figura 18

Adsorbente carbonoso derivado de colillas de cigarrillos



Nota. La información de la figura 18 fue tomada de (Zhang et al., 2021).

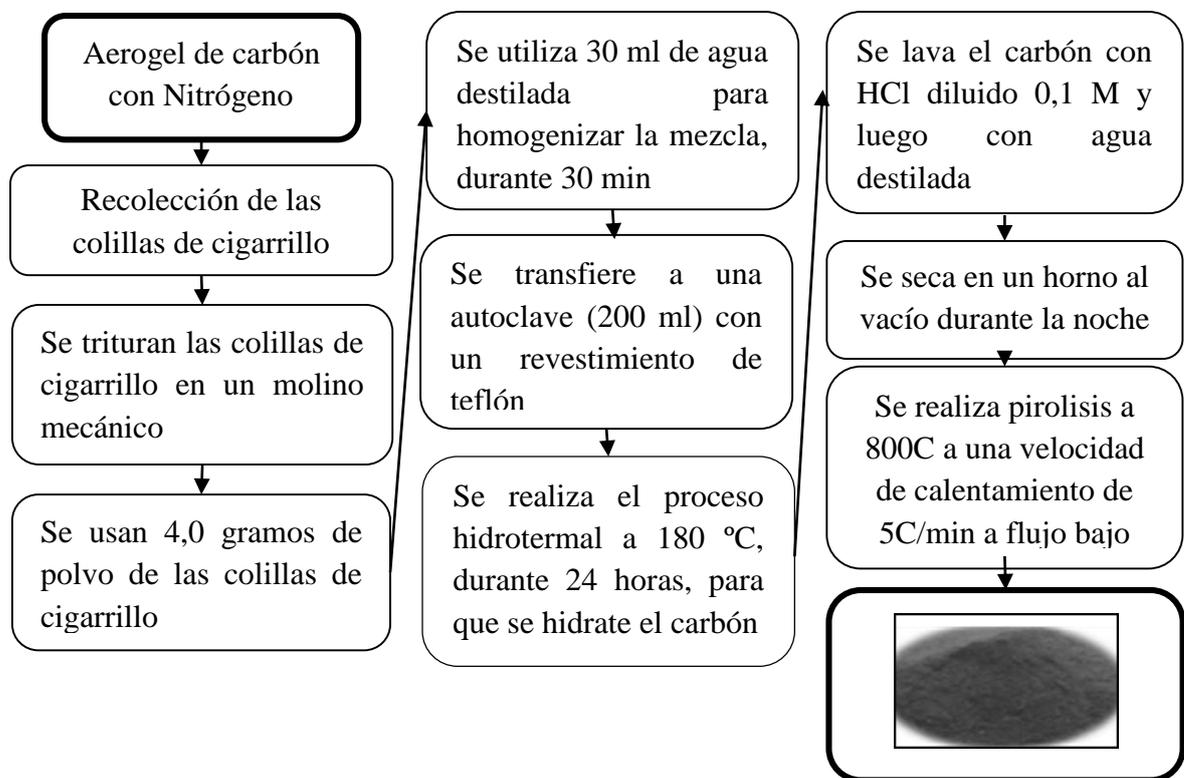
- **Aerogel de carbón con Nitrógeno para la adsorción de bisfenol-A que se utiliza para la fabricación de varios polímeros y plástico**

La contaminación del agua siempre ha sido un problema grave, varias industrias que producen telas, impresiones, tejidos, pinturas, plásticos, cuero etc. Utilizan diversos tintes orgánicos, metales

pesados y fenoles orgánicos, afectan el medio ambiente. Entre esos contaminantes tóxicos está el bisfenol-A que no solo afecta el medio ambiente, sino que también la salud humana, debido a este problema es fundamental eliminar este contaminante de las aguas residuales, antes que sea vertidas al medio ambiente. Por tal razón se creó el aerogel de carbono con Nitrógeno derivado de las colillas de cigarrillo por adsorción, ya que es una técnica de fácil operación, rentable y eficaz en la eliminación de este contaminante (Alhokbany et al., 2020). En la figura 19, se puede observar el proceso de fabricación del Aerogel de carbono con Nitrógeno a partir de las colillas de cigarrillo.

Figura 19

Aerogel de carbono con Nitrógeno a partir de las colillas de cigarrillo



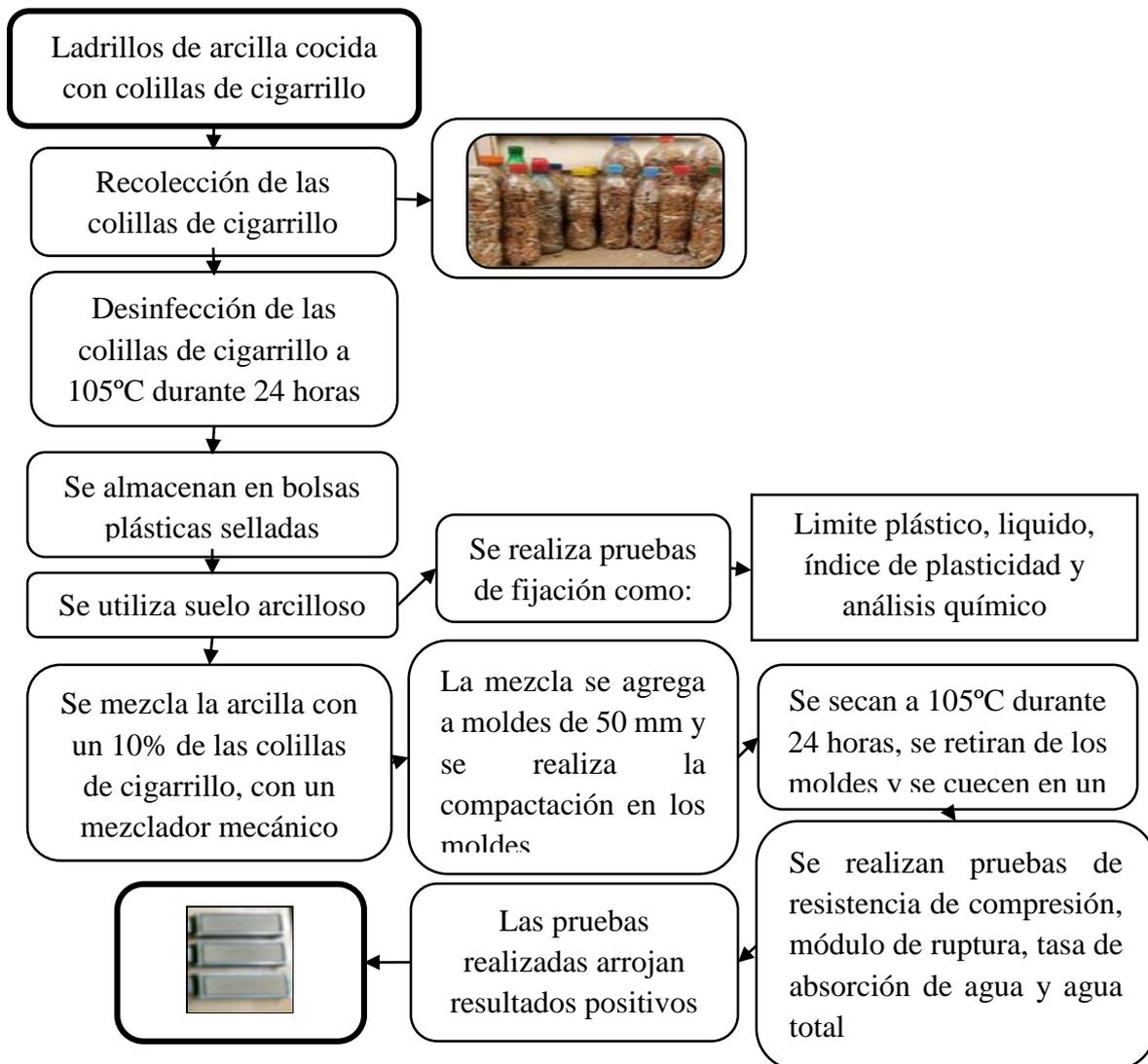
Nota. La información de la figura 19 fue tomada de (Alhokbany et al., 2020)

- **Ladrillos de arcilla cocida con colillas de cigarrillo**

La reutilización de las colillas de cigarrillo cada vez más se está haciendo, ya sea para crear un nuevo producto o innovar un producto que ya fue creado, por tal razón se creó este gran producto para la construcción ladrillos de arcilla cocida con colillas de cigarrillo con el fin de trabajar de la mano con el medio ambiente, minimizando el gran impacto que producen las colillas de cigarrillo.(Manfrin et al., 2020) En la figura 20, se puede observar el proceso de fabricación de los ladrillos de arcilla cocida con colillas de cigarrillo.

Figura 20

Ladrillos de arcillas cocida con colillas de cigarrillo



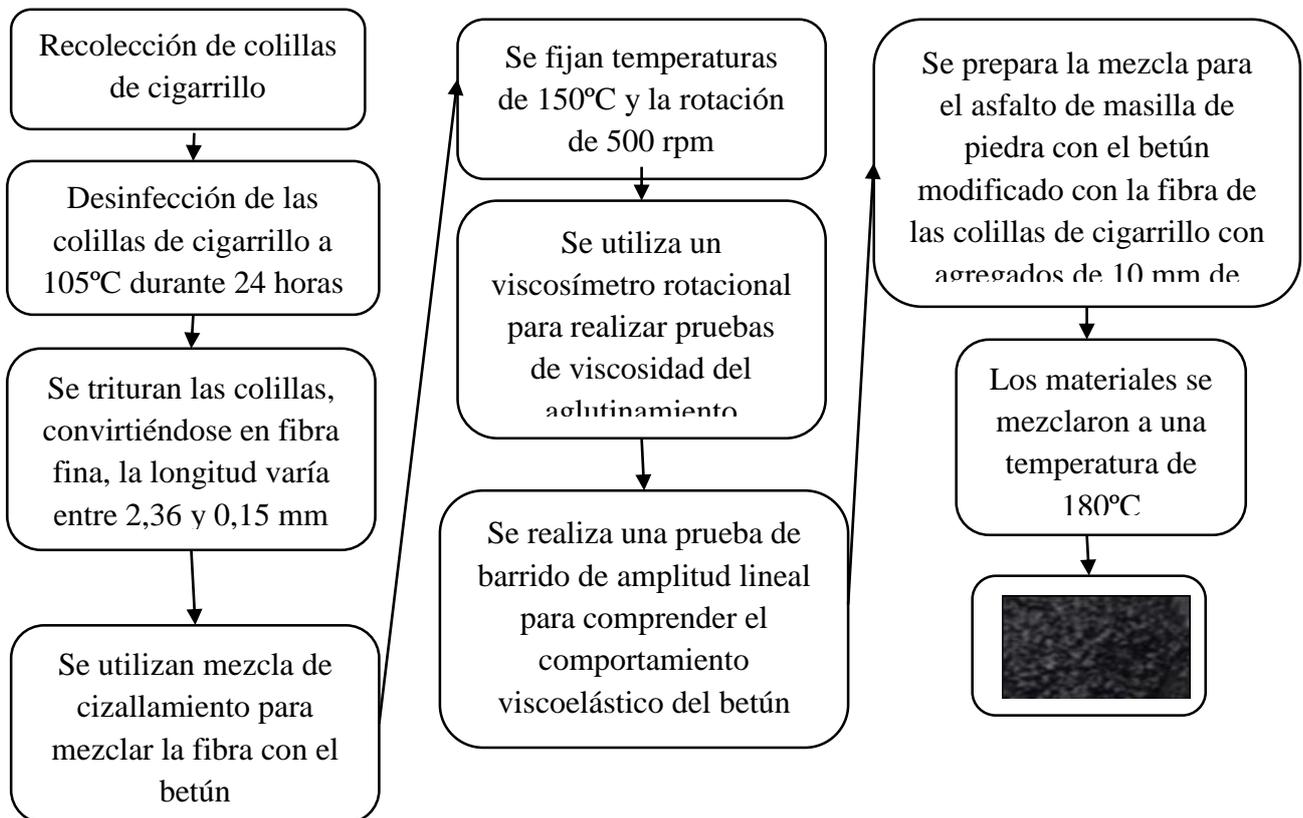
Nota. La información de la figura 20 fue tomada de (Manfrin et al., 2020)

- **Betún modificado con fibra de colillas de cigarrillo para reutilizarse en la preparación de asfalto de masilla de piedra**

En la modificación del betún, se utilizan fibras de las colillas de cigarrillo permitiendo que el betún sea más resistencia, tenga mayor flexibilidad y sea más eficiente (Tareq Rahman et al., 2020). En la figura 21, se puede observar el proceso de fabricación del betún modificado con fibra de colillas de cigarrillo para reutilizarse en la preparación de asfalto de masilla de piedra.

Figura 21

Betún modifica con fibras de colillas de cigarrillo



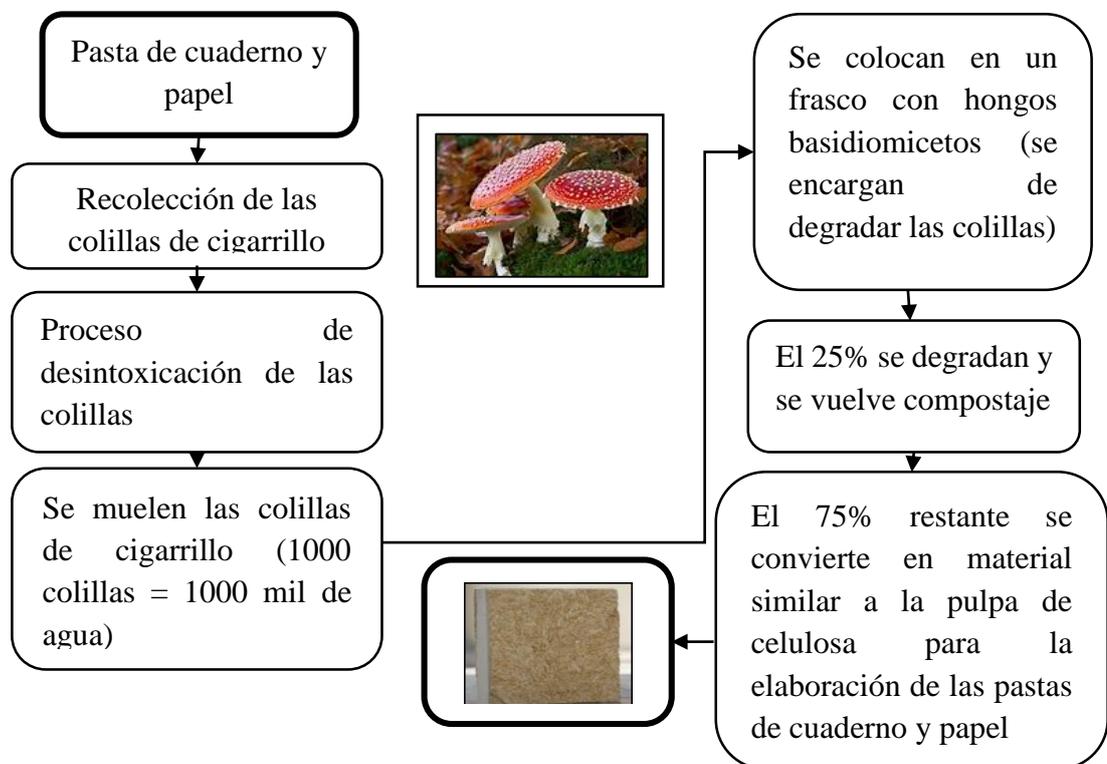
Nota. La información de la figura 21 fue tomada de (Tareq Rahman et al., 2020)

- **Papel y pasta de cuadernos**

Ecofilter ubicado en el país de México produce pastas de cuaderno y papel reciclando las colillas del cigarrillo, por medio de un proceso biotecnológico que permite degradar y desintoxicar el acetato de celulosa (algodón que compones las colillas de cigarrillo) empleando un hongo basidiomiceto con el fin de evitar la tala de árboles y salvar 14 árboles por cada tonelada de colillas de cigarrillo procesadas. (Ecofilter, n.d.) En la figura 22, se puede observar el proceso de fabricación del papel y la pasta de cuaderno.

Figura 22

Papel y pasta de cuadernos



Nota. La información de la figura 22 fue tomada de (Ecofilter, n.d.).

Al igual que Ecofilter, la empresa Yekuali dedicada a la transformación de las colillas de cigarrillo en un bioplástico, fue creada por las estudiantes del Tecnológico de Monterrey campus Saltillo, Gabriela Gonzales Neàvez y Mixara Muños, con el fin de reducir la cantidad de colillas en espacios públicos y crear conciencia sobre la importancia de no normalizar ni

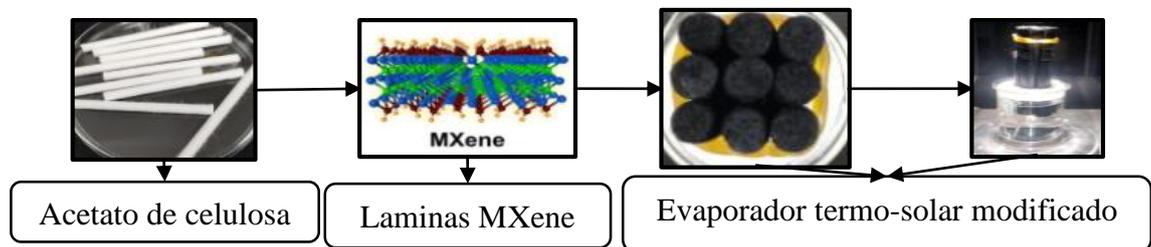
ningún tipo de contaminación, ya que estas representan una fuente de contaminación que cada vez se vuelve imparable, algunos de los productos ecológicos obtenidos son portavasos o ceniceros que ellas mismas comercializan (El Porvenir, 2020)

- **Evaporador termo-solar modificado**

El rápido crecimiento exponencial de la población y el desarrollo industrial han provocado el agotamiento de los recursos naturales uno de ellos es la escasez del agua dulce, afectando gravemente el desarrollo sostenible de los ecosistemas. Por tal razón los estudiantes de la Universidad tecnológica de química en Beijing, modificaron un evaporador termo-solar a partir del acetato de celulosa de las colillas de cigarrillo, alcohol polivinílico y laminas MXene (Encargadas de absorber la luz solar), con la finalidad de tratar el agua de mar y aguas residuales impulsado por la energía solar, el cual alcanzo tasas de rechazo del 99% para los iones de sal del agua de mar y iones de metales pesados, cumpliendo con los valores permisibles establecidos por la OMS (Organización mundial de la salud) para que el agua sea apta para el consumo humano (Li et al., 2021). En la figura 23 se puede observar la fabricación del Evaporador termo-solar modificado.

Figura 23

Evaporador termo-solar modificado



Nota. La figura 23 fue adaptada de (Li et al., 2021).

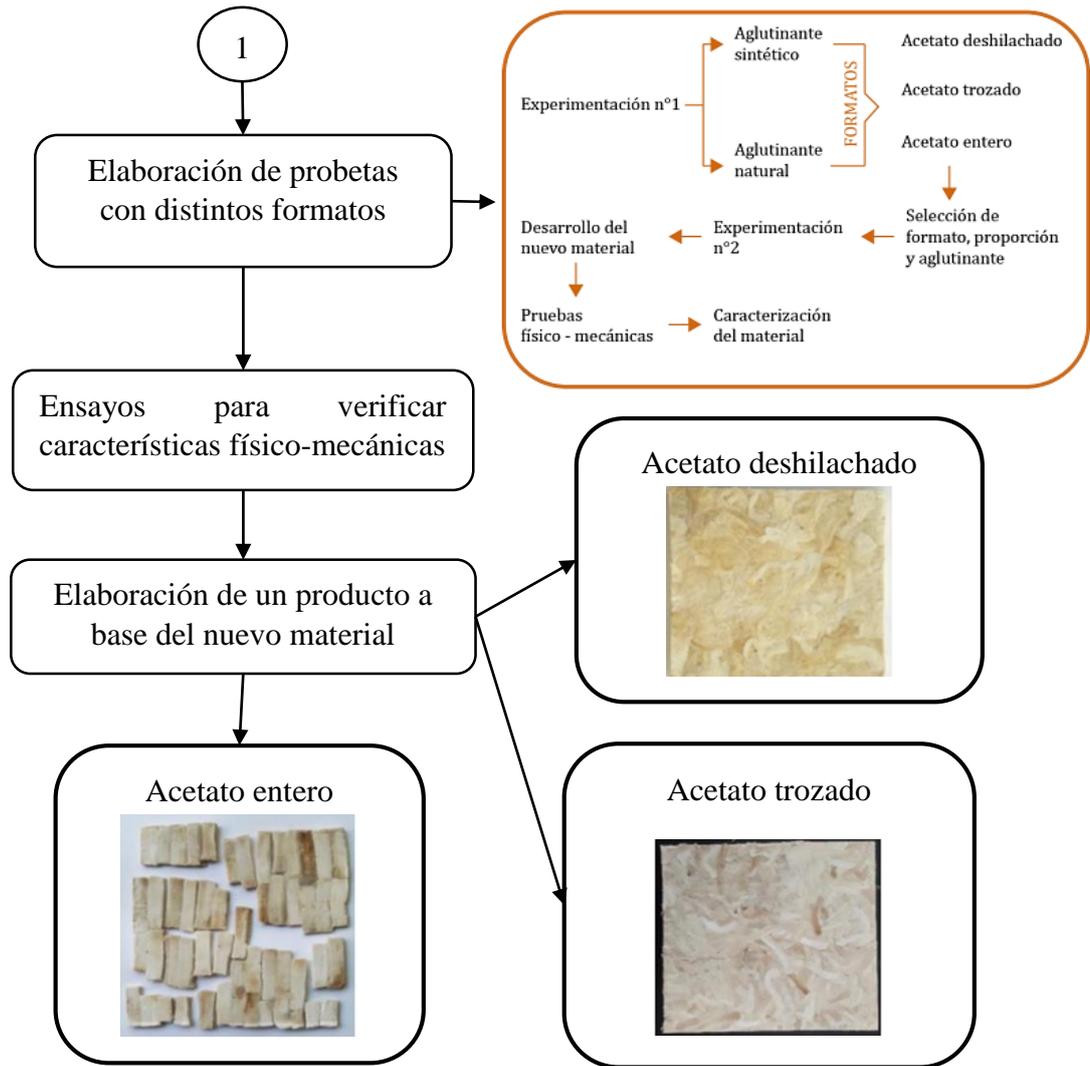
- **Revestimiento de interior a partir de colillas de cigarrillo**

Un estudio realizado por Camila Rojas, estudiante de la Universidad de Chile, permitió el desarrollo de un material que está compuesto principalmente por acetato de celulosa, proveniente de las colillas de cigarrillo. Este material tiene características de estabilidad morfológica, es ligero, estéticamente presentan características de material reciclado que se evidencian en su textura y colores naturales, y de gran relevancia mencionar que los colores más oscuros que se logran apreciar, se atribuyen a los filtros que llevan mayor tiempo en el medio, mientras que los que tienen color más claro, son filtros recientemente fumados. En la figura 24, se puede observar el proceso de realización del revestimiento de interior, realizado a partir de colillas de cigarrillo. (Rojas Hernandez, 2019)

Figura 24

Revestimiento interior





Nota. La información de la figura 24 fue tomada y adaptada de (Rojas Hernández, 2019)

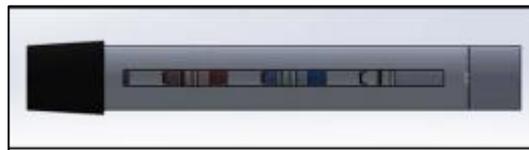
- **Plulaser**

Plulaser, es un plumón diseñado usando el acetato de celulosa presente en las colillas de cigarrillo este proyecto fue liderado por estudiantes de Tianguistenco, México. En el proceso de elaboración, se utiliza un método de extracción en el que a las colillas se les corta el exceso de tabaco, para posteriormente cubrir los filtros con alcohol al 95%, dejándolos en reposo durante 30min. (Díaz et al., 2019)

Figura 25*Estructura del cigarrillo*

Nota. Tomada de (Díaz et al., 2019)

El proceso de creación del plumón, consta de otro paso, muy importante, que es, el ensamble del plumón, en donde se deben tener identificadas las partes y la forma de ensamblarlo. El resultado del producto se muestra en la figura 26.

Figura 26*Plulaser*

Nota. Tomada de (Díaz et al., 2019)

La valorización implica tratar estos residuos de una manera adecuada, permitiendo que se generen nuevos productos, de tal manera que se logre minimizar los impactos negativos que causan al medio ambiente, todo esto se deriva de la creatividad, conciencia y dedicación. (Lara Gonzáles, 2008)

11. Conclusiones

Se realizó un análisis que permitió identificar los impactos negativos de las colillas de cigarrillo, en las diferentes áreas del componente ambiental (bióticas y abióticas), así como también en los componentes social y económico. Como se muestra en la figura 27, del 100% de la literatura analizada, el porcentaje más alto de consultas, con 33% fue en base a la valorización de las colillas de cigarrillo, y el menor con 11%, fue en base a la economía de las colillas de cigarrillo. Con este análisis estadístico, se logró manejar de forma organizada y precisa la investigación, con el fin de dar mayor relevancia a los enfoques de valorización de las colillas, ya que, por medio de estos, se puede lograr mitigar el impacto negativo que estas generan sobre los ecosistemas y al mismo tiempo darles un aprovechamiento, extendiendo el ciclo de vida de las colillas.

Figura 27

Literatura analizada



Nota. Realizado por los autores.

De acuerdo al estudio de antecedentes internacionales y nacionales, se logró identificar que las colillas de cigarrillo, son una gran problemática que inquieta a diferentes países, en los que se han realizado distintos estudios y proyectos de investigación que permitieron dar a

conocer el impacto que generan las colillas en el medio, y la forma en la que afectan a la biota, como lo es envenenando e intoxicando los ecosistemas.

El impacto generado por las colillas es más grande de lo que la sociedad conoce hoy en día. Ya que el 59% de 5.6 billones de cigarrillos que son fumados, son desechados por las personas al suelo, de manera indiscriminada, y al ser un residuo de poco tamaño, con tan solo 83mm de longitud y 8mm de diámetro, se hace un residuo, de fácil arrastre, por factores externos, como el agua, el viento, escorrentías, entre otros; haciendo que las colillas lleguen a contaminar los diferentes ecosistemas, afectando la vida y la salud tanto de las personas, como de los animales y las plantas.

Sin embargo, los mayores contribuidores a este gran problema, son la población de fumadores que, con sus inadecuadas prácticas y hábitos autodestructivos, no contemplan las afectaciones que causan a su alrededor, transformando a las demás personas en fumadores pasivos, que aspiran el humo, con mayor contenido de nicotina.

Por otra parte, se logró identificar que las familias de bajos recursos, son las más afectadas económicamente por el consumo de cigarrillo, porque dichas personas, invierten una mayor parte de sus ingresos en la compra de este producto, dejando de lado sus necesidades básicas, aumentando el riesgo de contraer enfermedades que van a requerir de tratamientos especializados, además puede generar la pérdida de su trabajo y contribuir con la baja producción económica del país, teniendo en cuenta que son millones de fumadores.

Uno de los grandes retos a los que la sociedad se enfrenta en la actualidad, es el de combatir las alteraciones producidas por la cantidad de residuos que se generan diariamente y que son desechados en los diferentes ecosistemas, llegando incluso a terminar con la vida de

muchas especies. Es por esto que se realizó la investigación de las diferentes formas de valorización y aprovechamiento de las colillas de cigarrillo, logrando presentar alternativas que permiten desviar el camino de las colillas hacia los hábitats naturales, a procesos de transformación que logran ampliar el ciclo de vida útil de las colillas, reincorporándolas en procesos productivos, dando paso también a nuevos proyectos que generan empleo y contribuyendo al cambio positivo para el medio ambiente. Idear proyectos y tomar como guía, los proyectos planteados, es un gran avance que permite la creación de nuevas tecnologías, por medio de las cuales, se puede lograr minimizar el deterioro ambiental y proteger la vida tanto de las especies, como de lo humanos, permitiendo que las nuevas generaciones tengan buena calidad de vida y puedan gozar de espacios libres de contaminación.

12. Recomendaciones

En base a la investigación realizada, se plantean recomendaciones, que sirven de apoyo y guía para futuros trabajos.

- Explorar para posteriores trabajos las diferentes estrategias de valorización, con el fin de promover la mejora continua en los procesos y así aprovechar al máximo los componentes de las colillas de cigarrillo.
- Difundir por medio de la tecnología los impactos que causan las colillas de cigarrillo en el componente ambiental, social y económico, ya que es muy importante porque en esta era digital lo que no se cuenta, no existe.
- Fomentar la cultura de buenas prácticas ambientales para la recolección.
- Se recomienda realizar estudios con mayor profundidad acerca de las colillas de cigarrillo para tener la información necesaria que promueva a inversiones de proyectos en la gestión de residuos reciclables.

13. Referencias Bibliográficas

- Abdul Kadir, A., & Mohajerani, A. (2008). Possible Utilization of Cigarette Butts in Light-Weight Fired Clay. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
<https://cutt.ly/ZRZxNKw>
- Adan Puig, A. (1993). *INFLUENCIA DEL CONSUMO DE TABACO EN LAS VARIACIONES DIURNAS DE PARAMETROS BIOQUIMICOS, FISIOLÓGICOS Y DE PERFORMANCE*.
<http://hdl.handle.net/2445/42794>
- Akanyeti, I., Damdelen, O., & Anvarov, A. (2020). Geo-polymerization technique for brick production from coal ash and cigarette butts. *ScienceDirect*, 9(6), 12855–12868.
<https://n9.cl/6blk7>
- Akhbarizadeh, R., Dobaradaran, S., Parhizgarr, G., Schmidt, T., & Mallaki, R. (2021). Potentially toxic elements leachates from cigarette butts into different types of water: A threat for aquatic environments and ecosystems? *ScienceDirect*, 202.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935121010008>
- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. (2018). *DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE*.
<https://cutt.ly/eWIR9IY>
- Alhokbany, N., Naushad, M., Al hatim, S., Alsherihr, S., & Hamad, T. (2020). *Self-nitrogen doped carbons aerogel derived from waste cigarette butts (cellulose acetate) for the adsorption of BPA: Kinetics and adsorption mechanisms*. 32, 3351–3358.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364720302895>
- Araújo, C., & Costa, M. (2019a). A critical review of the issue of cigarette butt pollution in coastal environments. *ScienceDirect*, 172, 137–149.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935119300787>
- Araújo, C., & Costa, M. (2019b). *From Plant to Waste: The Long and Diverse Impact Chain Caused by Tobacco Smoking*. 16. <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/15/2690/htm>
- Balcero Arévalo, K. D., & Forero Falla, P. A. (2017). *RASGOS DE PERSONALIDAD EN FUMADORES*. <https://cutt.ly/ZWA4CN3>
- Ballén, M., Andrés, G., Álvarez, D., & Rincón, A. (2006). *El cigarrillo: Implicaciones para la salud*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v54n3/v54n3a05.pdf>
- Belzagui, F., Buscio, V., Gutierrérrez, C., & Vilaseca, M. (2021). Cigarette butts as a microfiber source with a microplastic level of concern. *ScienceDirect*, 762.
<https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0048969720376968>
- Cabezas, A. M., & Palacios, T. (2007). Tabaquismo y comorbilidad psiquiátrica. *S.P.B.U*, 7.

- <https://cutt.ly/bWSevS>
- California Environmental Protection Agency. (2005). *Proposed Identification of Environmental Tobacco Smoke as a Toxic Air Contaminant*. <https://escholarship.org/uc/item/8hk6960q>
- Caridi, F., Birarda, G., & Negri, A. (2020). Cigarette butts, a threat for marine environments: Lessons from benthic foraminifera (Protista). *ScienceDirect*, 162. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113620304207>
- Casaperalta Ramírez, H. A., & Matias Manrique, C. A. (2020). *Análisis de aprovechamiento de las colillas de cigarrillo para la fabricación de aislantes termo acústicos*. https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16699/1/CASAPERALTA_RAMIREZ_HEC_AIS.pdf
- Castañeda Espitia, S. C. (2011). *TRANSFORMACIÓN DE LAS COLILLAS DE CIGARRILLO A MEDIO CREADORES DE VIDA, PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/4154/tesis396.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Castellanos, A., Quinchia, A., Ruiz, C., & Perea, D. (2019). Elaboración de fibra textil, a partir del acetato de celulosa presente en la colilla de cigarrillo. *SCRIBD*. <https://es.scribd.com/document/458034149/acetato-de-celulosa-de-colillas-1-pdf>
- Cevallos Escobar, C. E. (2019). *MANEJO INTEGRAL DE COLILLAS DE CIGARRILLO PARA MITIGAR SUS EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE [UNIVERSIDAD UTE]*. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20422/1/9964_1.pdf
- Corvalán, M. (2017). El tabaquismo: una adicción. *Chile Enfermedades Respiratorias*, 186–189. <https://serchile.cl/site/docs/ADICCION.pdf>
- Díaz, D., Días, R., Mendoza, B., & Torres, D. (2019). *Plulaser*. <http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/numeros/N14/77.pdf>
- Dobaradaran, S., Schmidt, T., Nabipour, I., Ostovar, A., Raeisi, A., Saeedi, R., Khrsand, M., Khajeahmadi, N., & Keshtkar, M. (2017). Cigarette butts abundance and association of mercury and lead along the Persian Gulf beach: an initial investigation. *Buhehr University of Medical Sciences Repository*. <https://cutt.ly/zWITgTE>
- Dobaradaran, S., Soleimani, F., Akhbarizadeh, R., Schmidt, T., Marzban, M., & Basirian, R. (2021). *Environmental fate of cigarette butts and their toxicity in aquatic organisms: A comprehensive systematic review*. 195. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0013935121001754>
- Drope, J., Schluger, N. W., Zachary, C., Drope, J., Stephen, H., Farhad, I., Liber, A., Nargis, N., & Stoklosa, M. (2018). *The Tobacco Atlas*. American Cancer Society, Inc.

- <https://cutt.ly/wWAE41p>
- Echeandía, S., Zéler, A., & Lacroix, C. (2021). The role of cigarette butts as vectors of metals in the marine environment: Could it cause bioaccumulation in oysters? *ScienceDirect*.
<https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0304389421007809>
- Ecofilter. (n.d.). *Reciclando colillas de cigarros para producir papel en México*.
<http://www.ideassonline.org/public/pdf/Ecofilter-ESP.pdf>
- El Congreso de Colombia. (1973). *Ley 23 de 1973*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9018>
- El Congreso de Colombia. (1979). *Ley 09 de 1979*.
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY_0009_DE_1979.pdf
- El Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993*.
https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf
- El Congreso de Colombia. (2008). *Ley 1259 de 2008*.
http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/558/Ley_1259_de_2008.pdf
- El Ministro de la Protección Social. (2008). *Resolución 1956 de 2008*.
http://www.saludcapital.gov.co/Documents/Resolucion_1956_de_2008.pdf
- El Porvenir. (2020). *Demuestran su talento emprendedor ¡y estudiarán con beca en el Tec!*
[file:///C:/Users/Viviana/Downloads/0806202015escena3 \(1\).pdf](file:///C:/Users/Viviana/Downloads/0806202015escena3%20(1).pdf)
- Epperson, A., Novoty, T., & Felsher, B. (2021). Perceptions About the Impact of Cigarette Filters on the Environment and Smoking-Related Behaviors. *ScienceDirect*, 68(4), 823–826. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S1054139X20306364>
- Española, R. A. (2021). *Colilla*. <https://dle.rae.es/colilla>
- Estrada, J., & Pumachagua, R. (2007). *DETERMINACIÓN DE NICOTINA EN CIGARRILLOS APLICANDO LA TÉCNICA DE LA SEGUNDA DERIVADA*.
- Gobernación, S. de información L. de la S. de. (2019). *INICIATIVA QUE REFORMA DIVERSAS DISPOSICIONES DE LAS LEYES GENERALES PARA EL CONTROL DEL TABACO, Y PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS, A CARGO DEL DIPUTADO MIGUEL ÁNGEL JÁUREGUI MONTES DE OCA, DEL GRUPO PARLAMENTARIO DE MORENA*.
http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2019/09/asun_3910674_20190919_1568214373.pdf
- Green, D., Boots, B., Silva Carvalho, D. J., & Starkey, T. (2019). Contents lists available atScienceDirectEcotoxicology and Environmental Safetyjournal
homepage:www.elsevier.com/locate/ecoenvCigarette butts have adverse effects on initial

- growth of perennial ryegrass(gramineae:LoliumperenneL.) and white clover (legumino. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 182(0). <https://cutt.ly/EWhBx4J>
- Green, D., Kregting, L., & Boots. (2021). Effects of cigarette butts on marine keystone species (Ulva lactuca L. and Mytilus edulis L.) and sediment microphytobenthos. *ScienceDirect*. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0025326X21001867>
- Green, D., Kregting, L., & Boots, B. (2020). Smoked cigarette butt leachate impacts survival and behaviour of freshwater invertebrates. *ScienceDirect*, 266. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0269749120359741>
- Green, D., Tongue, A., & Boots, B. (2021). *The ecological impacts of discarded cigarette butts*. [https://pdf.sciencedirectassets.com/271938/AIP/1-s2.0-S0169534721002755/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEN3%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIEmOXOI2o7qLFSgRB%2BmZhtyihqG7wkikV8IQy4UvVgtPAiAFT10HDDQaeikc8K%2B%2FNBSOiBYxSf4](https://pdf.sciencedirectassets.com/271938/AIP/1-s2.0-S0169534721002755/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEN3%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIEmOXOI2o7qLFSgRB%2BmZhtyihqG7wkikV8IQy4UvVgtPAiAFT10HDDQaeikc8K%2B%2FNBSOiBYxSf4)
- Guevara Lizano, A. (2010). *SISTEMA PARA EL ADECUADO DESECHO DE COLILLAS DE CIGARRILLO*. <https://cutt.ly/nWS72RD>
- Gutiérrez, M. (2003). *Oxidantes en el humo del cigarro y enfermedades cardiopulmonares*. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-390181>
- Hanke, G. (2016). *Marine Beach Litter in Europe – Top Items*. https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/Marine_Litter/MarineLitterTOPItems_final_24.1.2017.pdf
- Hernandez Rubio, L. C. (2020). *ESTRATEGIAS PARA LA DEGRADACIÓN DE COLILLAS DE CIGARRILLO:REVISIÓN DE LA LITERATURA* [Pontificia Universidad Javeriana]. [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50285/trabajo de grado Laura Camila Hernandez Rubio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50285/trabajo_de_grado_Laura_Camila_Hernandez_Rubio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- iafa. (2021). Componentes del humo de tabaco. *Red Nacional Antitabaco*. https://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/ELHT-boletin-componentes-humo-tabaco.pdf
- Icontec internacional. (2015). *NTC-ISO 14001*. https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf
- INFORME DE PONENCIA SEGUNDO DEBATE PROYECTO DE LEY NO. 045 DE 2020 CÁMARA*. (2020). [https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2021-04/Ponencia Segundo Debate PL.045.2020C.2021.04.05 COLILLAS DE CIGARRILLO.pdf](https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2021-04/Ponencia_Segundo_Debate_PL.045.2020C.2021.04.05_COLILLAS_DE_CIGARRILLO.pdf)
- LA CONTAMINACIÓN DE LAS COLILLAS DE LOS CIGARROS EN EL MAR. (2021).

- WellWo Technologic, S.L., 42. <https://wellwo.es/la-contaminacion-de-las-colillas-e-los-cigarros-en-el-mar/>
- Lara Gonzáles, J. D. (2008). *Reducir, Reutilizar, Reciclar*. 45–48.
<https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002460.pdf>
- Li, W., Tian, X., Li, X., Liu, J., Li, C., Feng, X., Shu, C., & Yu, Z.-Z. (2021). *An environmental energy-enhanced solar steam evaporator derived from MXene-decorated cellulose acetate cigarette filter with ultrahigh solar steam generation efficiency*. 606, 748–757.
<https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0021979721012716>
- Libera, ecoembes, & Seo Birdlife. (2018). *Colillas en espacios naturales*.
<https://proyectolibera.org/wp-content/uploads/2018/07/Informe-Colillas-LIBERA-2018.pdf>
- Llamas, M., & Joaniquet, S. (2019). *El tabaco causa un daño importante al medio ambiente, aunque ni fumadores ni responsables políticos conocen su impacto*. 1–4.
<https://www.separ.es/sites/default/files/SEPAR NP tabaco y contaminación ambiental %287 ene 19%29 %281%29.pdf>
- Manfrin, J., Goncales, A., Schwantes, D., Conradi, E., Zimmermann, J., & Lindner, G. (2020). *Development of biochar and activated carbon from cigarettes wastes and their applications in Pb²⁺ adsorption*. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104980>
- Manrique Pinzón, J. S., Eslava Moyano, I. D., & Pascual Chaparro, J. (2017). USO INTEGRAL DE COLILLAS DE CIGARRILLO CON FINES AMBIENTALES Y COMERCIALES. PROYECTO PILOTO EN LA FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. *Boletín Semillas Ambientales*, 11, 72–79. <https://cutt.ly/WWITTvy>
- Martín Ruiz, A., Rodríguez Gomez, I., Rubio, C., Revert, C., & Hardisson, A. (2004). *Efectos tóxicos del tabaco*. 64–71. <https://cutt.ly/yWITHcV>
- Martínez Cruz, N., & Enlaces Xochimilco. (n.d.). Verde Halago. *Trayectorias Egresados*, 49–51.
https://enlacesx.xoc.uam.mx/numerosanteriores/3/trayectorias/archivos/verde_halago.pdf
- Martínez López, E., & Díaz Valencia, P. A. (2014). *Respirar aire contaminado es tan nocivo como fumar cigarrillo*. 365–378. <https://cutt.ly/2WAcubP>
- Moerman, J. W., & Potts, G. E. (2011). *Analysis of metals leached from smoked cigarette litter*. https://tobaccocontrol.bmj.com/content/20/Suppl_1/i30?int_source=trendmd&int_medium=trendmd&int_campaign=trendmd
- Molero Chamizo, A., & Muñoz Negro, J. E. (2005). *Psychopharmacology of nicotine and*

- addiction. *Trastornos Adictivos*, 137–152. <https://cutt.ly/YWA6C60>
- Moriwaki, H., Kitajima, S., & Katahira, K. (2009). *Waste on the roadside, 'poi-sute' waste: Its distribution and elution potential of pollutants into environment*. https://soar-ir.repo.nii.ac.jp/record/13475/files/Waste_on_the_roadside.pdf
- Naciones Unidas. (2019). PANORAMA MUNDIAL DE LA DEMANDA Y LA OFERTA DE DROGAS. UNODC. https://wdr.unodc.org/wdr2019/field/B2_S.pdf
- National Cancer Institute in collaboration with world health organization. (2016). *The Economics of Tobacco and Tobacco Control*. <https://cutt.ly/XWAPspu>
- OMS. (2017). *INFORME OMS SOBRE LA EPIDEMIA MUNDIAL DE TABAQUISMO, 2017*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258599/WHO-NMH-PND-17.4-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Osman. (2011). *Calidad del aire interior*. https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824
- Otálvaro Ortiz, L. C., Rodríguez Restrepo, L., Rojas Arenas, I. D., & Giraldo Builes, J. A. (2020). DISPOSITIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE COLILLAS DE CIGARRILLO EN EL CAMPUS VERDE DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/download/825/829/1619>
- Parrot, A. C., & Winder, G. (1989). Nicotine chewing gum (2 mg, 4 mg) and cigarette smoking: comparative effects upon vigilance and heart rate. *Psychopharmacology*, 257–261. https://www.researchgate.net/publication/20657078_Nicotine_chewing_gum_2_mg_4_mg_and_cigarette_smoking_Comparative_effects_upon_vigilance_and_heart_rate
- Pérez Meléndez, J. M. (2006). *Potencial acumulador de Cadmio y Plomo de la Nicotina tabacum Lvarieda "Criollo 98" cultivada en suelos y sustrato artificial en San Juan y Martinez, Pinar del Rio, Cuba*. <https://cutt.ly/HWIYwPV>
- Qureshi, U. (2014). *INTERPRETING ENVIRONMENTAL RISKS OF CIGARETTE BUTT LITTER AT NOVIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES – CAMPUS RASEBORG*. <https://cutt.ly/iWIYsG2>
- Ramirez Murillo, J. M., & Mosquera Lopez, M. S. (2019). *FORMULACIÓN DE UNA INICIATIVA DE PROYECTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE COLILLAS DE CIGARRILLO GENERADOS POR LOS VISITANTES DE LA COLINA DE SAN ANTONIO, UBICADA EN LA COMUNA 3 DE LA CIUDAD DE*

- SANTIAGO DE CAL. <https://cutt.ly/ZWIYJGz>
- Rengifo Osuna, N. S., & Maldonado Cortes, E. A. (2015). *REGULACIÓN JURIDICA Y DAÑO AMBIENTAL QUE GENERAN LAS COLILLAS DE CIGARRILLO ARROJADAS AL ESPACIO PUBLICO*. [Universidad la Gran Colombia]. <https://cutt.ly/sWIYmRp>
- Rivera Rodriguez, D. E., & Niño Bogya, A. (2009). *ABC de la Ley Antitabaco (Ley 1335 de 2009)*. [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/ABC DE LA LEY ANTITABACO.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/ABC%20DE%20LA%20LEY%20ANTITABACO.pdf)
- Rojas Hernandez, C. (2019). *Revestimiento de interior a partir de colillas de cigarro*. <https://www.coursehero.com/file/99523351/filterm-revestimiento-interiorpdf/>
- Rojas Hernández, C. (2019). *REVESTIMIENTO DE INTERIOR A PARTIR DE COLILLAS DE CIGARRO*. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/173582/filterm-revestimiento-interior.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Safety, C. D. & L. (n.d.). *Incendios causados por cigarrillos y otros materiales de humo son prevenibles*. <https://www.chesterfield.gov/DocumentCenter/View/1328/Smoking-Safety---Spanish-PDF>
- Slaughter, E., Gersberg, R. M., Watanabe, K., Rudolph, J., Stransky, C., & Novotny, T. E. (2011). *Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish*. 25–29. https://tobaccocontrol.bmj.com/content/20/Suppl_1/i25
- Tareq Rahman, M., Mohajerani, A., & Giustozzi, F. (2020). Possible use of cigarette butt fiber modified bitumen in stone mastic asphalt. *ScienceDirect*, 263. <https://cutt.ly/ZEvGvsx>
- Torkashvand, J., Farzadkia, M., Reza, H., & Esrafii, A. (2020). Littered cigarette butt as a well-known hazardous waste: A comprehensive systematic review. *ScienceDirect*, 383. <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0304389419311963>
- Wright, S., Rowe, D., Reid, M., Thomas, K., & Galloway, T. (2015). Bioaccumulation and biological effects of cigarette litter in marine worms. *Scientific Reports*, 14119. <https://www.nature.com/articles/srep14119>
- Xie, Z.-T., Asoh, T., & Uyama, H. (2020). Superfast flow reactor derived from the used cigarette filter for the degradation of pollutants in water. *ScienceDirect*, 400. <https://n9.cl/m8obp>
- Zhang, X., Yu, M., Li, Y., Cheng, F., Liu, Y., Gao, M., Liu, G., Hu, L., & Liang, Y. (2021). Effectiveness of discarded cigarette butts derived carbonaceous adsorbent for heavy metals removal from water. *ScienceDirect*, 1683333333. <https://n9.cl/euwzm>

