



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Ingeniería Química



Título de tesis para obtener el título de ingeniería química

UNA ALTERNATIVA DE PROCESAMIENTO PARA RESIDUOS DE CIGARRO EN UN CENTRO EDUCATIVO

Autor:

RAFAEL BARAJAS RIVERA

Director de la tesis:

I.Q. José Antonio Zamora Plata

CDMX, Diciembre 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mis hijos Carmen, Sofía y Rafael quienes son mi inspiración en todo momento y le han dado magnitud, dirección y sentido a mi vida.

A mi madre Laura por cuidarme siempre y ser el mejor ser humano y ejemplo a seguir.

A mi esposa Lucy por ser mi apoyo total durante todo el tiempo que hemos estado juntos.

A mi hermano Daniel por su amor y apoyo incondicionales.

A mi padre Rafael (QEPD)

Al Dr. Vicente Jerónimo Suárez Zendejas por todas sus invaluable enseñanzas y consejos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y a la Escuela Nacional Preparatoria #7 Ezequiel A. Chávez por darme el sentido de pertenencia que todo hombre necesita y proveerme de los conocimientos y formación esenciales para triunfar en la vida.

Al I.Q. José Antonio Zamora Plata por su asesoría, apoyo y guía otorgados durante la realización de esta tesis.

A los profesores del jurado por sus aportaciones y tiempo dedicado a la mejora de esta tesis.

A la Maestra María Dolores Castañeda Antonio, a la QFB Erika Naja Martínez y a la profesora Marisol Dávalos Delgado por su apoyo y contribución a esta tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR
PRESENTE.

Comunico a usted que al alumno(a) Barajas Rivera Rafael, con número de cuenta 8734585-4 de la carrera Ingeniería Química, se le ha fijado el día 08 del mes de Diciembre de 2017 a las 15:00 horas para presentar su examen profesional, que tendrá lugar en la sala de exámenes profesionales del Campus II de esta Facultad, con el siguiente jurado:

PRESIDENTE I.Q. FRANCISCO JAVIER MANDUJANO ORTIZ

VOCAL I.Q. JOSÉ ANTONIO ZAMORA PLATA

SECRETARIO DR. RAFAEL SÁNCHEZ DIRZO

SUPLENTE I.Q. MARÍA ALEJANDRA VALENTÁN GONZÁLEZ

SUPLENTE M. EN I. ELISA BLANCA VIÑAS REYES

El título de la tesis que se presenta es: "Una alternativa de procesamiento para residuos de cigarro en un centro educativo".

Opción de Titulación: Convencional.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México, D. F. a 08 de Noviembre de 2017.

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES
ZARAGOZA



DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NUÑEZ
DIRECTOR

Vo.Bo.

DIRECCIÓN

I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
JEFA DE LA CARRERA DE I.Q.

RECIBÍ:

OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES
Y DE GRADO

CONTENIDO

1 RESUMEN	2
2 OBJETIVOS	3
3 INTRODUCCIÓN.....	4
4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	12
4.1 ¿POR QUÉ LLEVAR A CABO ESTE PROYECTO EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA? ..	12
4.2 UBICACIÓN DE ZONAS DE CONVIVENCIA DE FUMADORES	13
4.3 ESTABLECER COLECTORES DE COLILLAS	14
4.4 ESTABLECER UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE SEPARACIÓN PARA LA COLILLA DEL CIGARRO.	14
5 MARCO CONCEPTUAL.....	16
5.1 INSTITUCIONES PROMOTORAS DE SALUD	16
5.2 COMPONENTES DEL CIGARRO.....	21
5.2.1 TABACO	21
5.2.2 OTROS COMPONENTES EN LA COLUMNA DEL CIGARRO	21
5.3 COMPONENTES DE LA COLILLA DEL CIGARRO.....	23
5.3.1 FILTRO.....	23
5.3.2 UN “TAPÓN” DE FILTRO DE ACETATO DE CELULOSA.....	23
5.3.3 UN ENVOLTORIO DE PAPEL INTERIOR Y ADHESIVO	24
5.3.4 ENVOLTORIO DEL CIGARRILLO	24
5.3.5 ACETATO DE CELULOSA	24
5.3.6 CARACTERÍSTICAS DEL ACETATO DE CELULOSA	25
5.3.7 USOS POSIBLES DE LOS RESIDUOS DE LA COLILLA	26
5.4 USO DE ACETATO DE CELULOSA PARA SUPERBATERÍAS	27
5.5 UNA EMPRESA NORTEAMERICANA CONVIERTE COLILLAS DE CIGARRILLOS EN PLÁSTICO	28
5.6 RECICLAR COLILLAS PARA OBTENER ABONO NATURAL	28
6 PRUEBAS PILOTO PARA EL TRATAMIENTO DE COLILLAS	30
6.1 PRUEBA PARA OBTENER ABONO PARA PLANTAS	30

6.2 PRUEBA PARA SEPARACIÓN EN SECO CASERA	31
6.3 PRUEBA PARA SEPARACIÓN EN SECO EN LA PLANTA PILOTO	31
6.3.1 MOLIENDA	31
6.3.2 TAMIZADO	33
6.3.3 SEPARACIÓN CON HIDRÓXIDO DE SODIO.	36
6.4 FILTRACIÓN	39
7 ALCANCE DEL PROCESO PROPUESTO.	40
7.1 INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO	42
8 Conclusiones	43
9 Referencias	46
10 Anexo 1 TAMICES	47
11 Anexo 2 HOJAS DE SEGURIDAD	48

1 RESUMEN

En ocasiones, damos por hecho que toda la basura es un desperdicio y es reciente la toma de conciencia para reciclar residuos y reutilizarlos en una distinta aplicación, todo ello con la intención de reducir el impacto negativo a nuestro medio ambiente; además de aplicar los conocimientos adquiridos en las distintas áreas de la Ingeniería.

Por tanto, las colillas de cigarro (filtros) son un residuo altamente dañino al medioambiente e ignorado por su pequeño tamaño. Sin embargo, la acumulación de colillas debido al número de fumadores, que continúa en aumento, debería ser considerada como una oportunidad para hacer de estos residuos un material reusable y reciclable. Es imperativo adaptarse a la modernidad y es misión de la ingeniería fomentar el desarrollo social para una mejor calidad de vida. Antaño solo se usaba el agua de las llaves que se alimentan del suministro de agua potable de la red pública (lo cual no ha cambiado), nadie compraba agua purificada en botellas de plástico o garrafones, tampoco separaban la basura para ser reciclada. Hoy en día, ambas situaciones son cotidianas y obligatorias, lo mismo podría suceder con el reciclaje de colillas de cigarro si se comienza, desde ya, a concientizar a los fumadores y hacerlos más responsable de sus desechos.

En este trabajo se describen algunas ideas para hacer posible la separación de los elementos contenidos en las colillas de cigarro. Se concentra en particular en una forma de separación que teóricamente podría llevarse a cabo a nivel industrial de manera factible y sostenible, que está en congruencia con las nuevas leyes de separación de basura en la CDMX y contribuiría con la mejora de nuestro hábitat.

Se recolectaron colillas del piso a lo largo de las instalaciones del Campus II de la FES Zaragoza. Se analizaron las opciones de separación mecánica conocidas y vistas durante la carrera de Ingeniería Química y se utilizaron los equipos de molienda y tamizado disponibles en los laboratorios de la planta piloto de Ingeniería que se encuentra ubicada en las instalaciones de la misma.

2 OBJETIVOS

A continuación, se enuncian los objetivos perseguidos en esta investigación.

OBJETIVO GENERAL:

- Establecer una propuesta para el tratamiento de residuos de cigarro en la FES ZARAGOZA CAMPUS II.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Determinar las acciones necesarias para separar tabaco, papel y residuos de colillas de cigarro con el fin de obtener acetato de celulosa para su reciclado.
- Realizar pruebas de Molienda, Tamizado, Filtrado y Extracción para determinar el predimensionamiento de los equipos necesarios y el estimado de costo de equipos.

3 INTRODUCCIÓN

La formación del ingeniero incluye la resolución de problemas de toda índole aplicando los conocimientos adquiridos durante su etapa académica. En este proyecto se propone una alternativa para solucionar el problema de contaminación que se genera por el mal deshecho de filtros de cigarro derivado del tabaquismo.

El consumo de tabaco y la exposición a su humo es un problema de salud pública. En México, la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA 2011) dio a conocer las prevalencias del consumo de tabaco en México. De la población de entre 12 y 65 años 21.7% son declarados como fumadores activos. Casi el 9% de ellos reportó fumar diario. Un 26.4% son ex fumadores y el restante 51.9% nunca ha fumado. El 30.2% de las personas que nunca han fumado están expuestas al humo de tabaco ambiental. El principal sitio de exposición es en el hogar y el trabajo. El promedio de cigarrillos que fuma una persona diariamente es de 6.5 cigarrillos al día (Encuesta Nacional de Adicciones [ENA] 2011)¹. Es la segunda causa principal de muerte en el mundo, registrando casi seis millones de defunciones anualmente y de continuar esta tendencia, para el año 2030 causará más de ocho millones de muertes al año, debido a que es el principal factor de riesgo presente en seis de las ocho primeras causas de mortalidad en el mundo: cáncer (de pulmón, laringe, riñón, vejiga, estómago, colon, cavidad oral y esófago), leucemia, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cardiopatía isquémica, aborto y parto prematuro, defectos de nacimiento e infertilidad.

¹www.estadistica.inmujeres.gob.mx/formas/tarjetas/Tabaco.pdf, 4 nov 2016

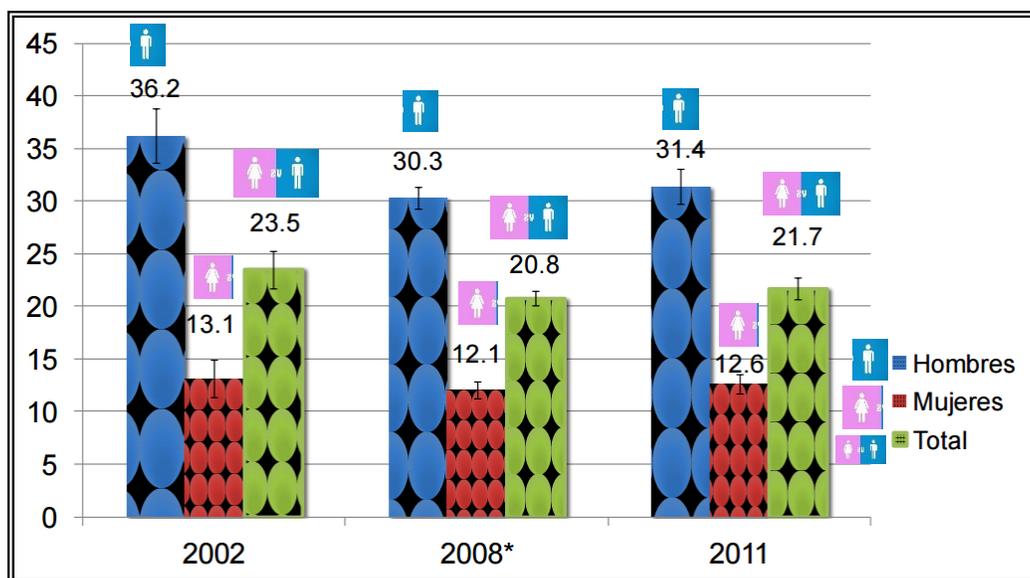
El tabaco cuesta a la economía mundial 200 mil millones de dólares cada año por tratamiento de las enfermedades derivadas de su excesivo consumo tales como enfisema pulmonar y cáncer de laringe entre otras. De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México. Por ejemplo, la población adulta mexicana de entre 18 y 65 años invierte un promedio de seis días de salario mínimo al mes en tabaco, alrededor de 390 pesos mexicanos (19 dólares americanos).

En México, casi la mitad de los fumadores iniciaron el consumo antes de los 16 años, de acuerdo con la ENA del año 2011. Un año más tarde fallecieron 29 de cada 100 personas en México por enfermedades relacionadas con el tabaco, como las cardiopatías isquémicas. Asimismo, la prevalencia de consumo de tabaco fue más alta en hombres que en mujeres (31 en hombres y 9 mujeres) en el año 2012.

Consumo de tabaco	2011		
	Hombres	Mujeres	Total
	Porcentaje (IC 95%)		
Fumador Activo	31.4 (29.8 - 33.1)	12.6 (11.7 - 13.6)	21.7 (20.7 - 22.7)
Fumador Diario	13.2 (12.1 - 14.5)	4.8 (4.2 - 5.5)	8.9 (8.2 - 9.6)
Fumador Ocasional	18.1 (16.9 - 19.5)	7.8 (7.1 - 8.7)	12.8 (12.1 - 13.6)
Ex Fumador	30.9 (29.2 - 32.6)	22.2 (20.9 - 23.4)	26.4 (25.4 - 27.4)
Ex Fumador Diario	9.1 (8.2 - 10.1)	3.7 (3.1 - 4.4)	6.3 (5.8 - 6.9)
Ex Fumador Ocasional	21.7 (20.4 - 23.1)	18.5 (17.3 - 19.8)	20.1 (19.2 - 21.0)
Nunca ha fumado	37.8 (36.2 - 39.3)	65.2 (63.7 - 66.6)	51.9 (50.7 - 53.1)

Cuadro: Fumador Activo, Ex Fumador y Nunca ha fumado. Población de 12 a 65 años.

México, ENA 2011



Gráfica: Prevalencia de consumo activo de tabaco en el último año según sexo. Población de 12 a 65 años. México, ENA 2002, 2008 y 2011.

Como se ve en las gráficas, el consumo de cigarro aumentó del 2008 al 2011. A la fecha todavía no se publican los resultados de esta encuesta por lo que se carecen de suficientes datos para saber si esta tendencia a la alza continuará para el 2016.

La colilla de cigarro es un residuo que contamina ambientalmente el suelo, el aire y el agua. Este pequeño residuo de tan sólo 0.2 gramos contamina basureros, alcantarillas y playas. En la nueva ley de separación de basura del gobierno de la Ciudad de México que entró en vigor el 8 de julio de 2017, se cataloga a las colillas de cigarro como un residuo inorgánico no reciclable. La basura en la Ciudad de México ahora se dividirá en orgánica, inorgánica e inorgánica reciclable.

La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México considera que: “Los orgánicos y los inorgánicos pasan a una etapa de mayor separación, especialmente los inorgánicos donde se separan entre los inorgánicos que tienen un valor ya de reciclaje. Es decir el PET, el aluminio, el vidrio que tienen ya toda una industria para su reúso y los inorgánicos no reciclables; es en este grupo de residuos donde se coloca a las colillas de cigarros, junto con otros considerados no reciclables tales como los pañales desechables”. Al darle esta etiqueta a los residuos del cigarro, específicamente a la colilla, se está negando la oportunidad de crear conciencia del daño que se está provocando al medio ambiente y se desconoce la conveniencia de desecharlas dentro del paquete de las reciclables tales como cartón, envases PET y papel.

De acuerdo con la última encuesta sobre adicciones, México tiene más de 17 millones de fumadores activos, de los cuales 7.1 millones fuman diariamente. Multiplicados por el número de habitantes fumadores arroja un número exorbitante de colillas de cigarro: 7.1 millones de personas x 6.5 cigarros diarios = 46.15 millones de colillas de cigarro diariamente.

El consumo de tabaco provoca innumerables enfermedades al ser humano, entre las más conocidas las del sistema respiratorio y cáncer; por ello, en determinado momento las empresas tabacaleras adicionaron un filtro al cigarro como medida para la prevención de dichas enfermedades. Después de varias décadas de uso del filtro, este pequeño deshecho que almacena los residuos de la combustión de tabaco y al que en México se le denomina colilla, se ha convertido en una

preocupación dada su capacidad de contaminación. Este pequeño depósito de menos de 3 cm de largo ha sido el culpable de diversos daños al ambiente. Uno que se manifiesta al estar en combustión, es provocar en múltiples ocasiones conatos o incendios tanto en hogares como en los bosques. Al estar apagado sigue afectando, los residuos que se guardan en el filtro al estar en contacto con agua liberan gases y sólidos que en solución contaminan depósitos de agua afectando la vida de diversos organismos. Cuando las colillas han quedado libres del papel que cubre al filtro, los animales marinos y algunas aves los confunden con alimento, y al tragarlos mueren.



En algunos países, grupos ambientalistas se han manifestado solicitando que se haga algo para remediar la contaminación provocada por las colillas de cigarro. En un estudio reciente (2014), uno de sus impulsores, el profesor Thomas Novotny de la Universidad Estatal de San Diego, proponía dos grandes alternativas para acabar con el problema de las colillas: Una de ellas es implantar un sistema de recolección donde los propios fabricantes tendrían que hacerse cargo de ellas, como ya se hace con algunos aparatos electrónicos. Y la otra es prohibir el uso de las colillas en los cigarrillos para evitar el daño que éstas provocan al medio ambiente. Es imperativo que los fumadores se hagan responsables de sus desechos, es innegable la libertad que tienen para decidir comenzar a fumar y continuar con la adicción por

el tiempo que así lo quieran, conscientes de los daños que se ocasionan a sí mismos, sin embargo deben de entender que su libertad termina cuando comienzan a dañar con su irresponsabilidad el derecho a la salud de los demás.

En cifras²³⁴

- 5,6 billones de cigarrillos se fuman al año a nivel mundial.
- 48 horas duró viva en un experimento una pulga marina en un litro de agua con colillas.
- 10 años se demora en descomponerse el acetato de celulosa.
- 8 litros de agua contamina una colilla.
- Las sustancias que se desprenden son sumamente tóxicas para los microorganismos, vuelven las superficies impermeables, por lo que pierden fertilidad y disminuye la actividad biológica en el suelo hasta el punto de la desertificación.
- La OMS estima que para curar el tabaco necesario en la elaboración de 300 cigarrillos se corta un árbol adulto.
- Las colillas son el objeto número uno en recolección de desechos, superando a las bolsas y botellas plásticas

²<https://www.publimetro.cl/cl/tecnologia/2011/04/19/estudio-mide-cuanto-contaminan-colillas-cigarro.html>

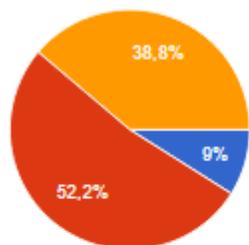
³ <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2015/10/02/colillas-de-cigarro-generan-dano-ambiental-que-repercute-en-la-salud.html>

⁴ http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2011/02/07/198755.php

– Las colillas de cigarro pueden provocar incendios en viviendas, bodegas, tiraderos y forestales.

Para poder obtener ciertos datos duros, en la Universidad de San Luis en Argentina, se realizó una simple encuesta la cual arrojó los siguientes resultados:⁵

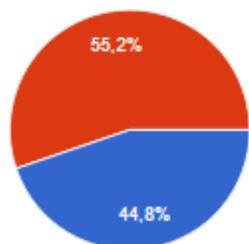
¿Arrojas colillas al piso?



Siempre	6	9%
Nunca	35	52.2%
A veces	26	38.8%

Recorte de

¿Separas la basura orgánica de la no orgánica?



Si	30	44.8%
No	37	55.2%

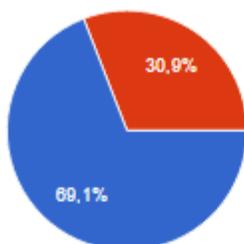
Se pudo descubrir que en los últimos años muchas personas comenzaron a tomar conciencia sobre ciertas cuestiones que antes eran impensadas en base al cuidado del medio ambiente, tales como separar la basura reciclable o evitar arrojar basura en la vía pública.

De esta misma manera se descubrió que la mayoría de las personas tienen cierto cuidado con el desecho de basura pero no así, con la contaminación de colillas:

⁵<https://ucesdigital.wordpress.com/2015/11/25/colillas-pequenos-residuos-que-generan-un-gran-impacto/>

¿Eres o fuiste fumador?

¿Sos o fuiste fumador?



Si	47	69.1%
No	21	30.9%

En caso afirmativo ¿Cuántos cigarrillos fumabas por día?

En caso afirmativo ¿Cuántos cigarrillos fumabas por día?

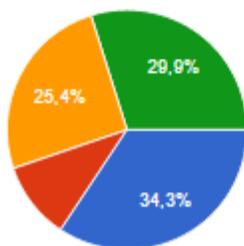


Menos de 1	5	7.5%
1 a 5	13	19.4%
5 a 10	13	19.4%
10 a 15	9	13.4%
15 a 20	6	9%
Más de 20	0	0%
No fumo	21	31.3%

En caso afirmativo ¿Arrojás/arrojabas las colillas al piso?



En caso afirmativo, ¿arrojás/arrojabas las colillas al piso?



Si	23	34.3%
No	7	10.4%
A veces	17	25.4%
No fumo	20	29.9%

Se puede ver que la población no es consciente del impacto que genera una colilla en el medio ambiente. Al ser un residuo tan habitual y pequeño la gente no lo ve como un impacto al ecosistema. Muchas acciones generan grandes impactos. Si llevamos esto a la realidad que se vive hoy con las colillas podemos llegar a una sola

conclusión: Las colillas de cigarrillo hoy en día son la mayor fuente de contaminación del planeta.

4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

4.1 ¿POR QUÉ LLEVAR A CABO ESTE PROYECTO EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA?

Como egresado de esta Facultad, se sabe que es una institución de prestigio que fomenta el desarrollo de tecnología e innovación en procesos para resolver problemas y retos tanto de la industria como de la vida cotidiana. Una de las principales necesidades en la actualidad es el reciclaje y reutilización de residuos, particularmente la basura generada por el ser humano.

Las colillas parecen parte de la decoración del campus, como si de alguna manera se mimetizaran, pasan desapercibidas, la comunidad inconscientemente las acepta dentro de su entorno como varios de los males considerados necesarios o como un tipo de uso y costumbre irrenunciable. Sin embargo, las colillas de cigarro son en realidad uno de los mayores focos de contaminación que pasan inadvertidos incluso en los centros educativos. Es por esta razón que se decidió tomar acción para proponer una solución a este desafío que ocurre dentro del Campus II de la FES Zaragoza. Con este trabajo, se pretende, de alguna forma retribuirle a la institución todo lo que se ha obtenido en el proceso de formación universitaria, además es una obligación moral utilizar los conocimientos adquiridos para mejorar la calidad de vida y, sin intentar ser pretenciosos, poder dejar huella para las siguientes

generaciones demostrando que la dedicación y la constancia en combinación con la aplicación del bagaje acumulado, resulta en soluciones reales a las necesidades actuales.

4.2 UBICACIÓN DE ZONAS DE CONVIVENCIA DE FUMADORES

Lo ideal sería que en esta Facultad se respetara totalmente su condición de espacio libre de humo, sin embargo hay una complicidad en la comunidad para ignorar dicha condición y tomar como uso y costumbre el mal hábito de fumar y tirar sin consciencia alguna sus colillas al piso.

Para encontrar las zonas con más concentración de fumadores, se hizo un recorrido a pie por el Campus II de la FES Zaragoza con el fin de detectar cuáles son los puntos con mayor acumulación de colillas de cigarro y tratar de identificar la razón de esta acumulación. Al iniciar el trayecto del recorrido se encontraron mayores concentraciones de colillas en las sombrillas que se encuentran ubicadas a lo largo de las instalaciones del campus y que son lugares frecuentes de reunión para hacer tarea o simplemente platicar entre clases, pero principalmente se documentó una acumulación de colillas sobresaliente en las sombrillas que se encuentran alrededor de la planta piloto, y de las que están colocadas frente al edificio de la antigua biblioteca. También se ubicaron grandes acumulaciones de colillas junto a la barda que rodea el campo de fútbol y afuera de los edificios de oficinas (Titanic y sus alrededores) y en menor cantidad al pie de las escaleras de los edificios de salones.

Se detectó que la mayoría de los fumadores lo hacen en grupos con diferentes horarios, principalmente después de sus horas de comida. Y cuando se reúnen al terminar de participar en los eventos deportivos celebrados formal e informalmente en la cancha de fútbol, la cual se utiliza también para partidos de béisbol, de fútbol americano y para competencias de atletismo. Además de que los alumnos y profesores consumen cigarrillos entre clases. La actitud más recurrente fue que casi todos los fumadores tiran la colilla al suelo y la pisan, sin levantarla y, lo que es más grave, sin tener en cuenta el daño causado al medioambiente con estos malos hábitos al terminar de fumar sus cigarrillos.

4.3 ESTABLECER COLECTORES DE COLILLAS

Al inicio de este proyecto no había recolectores especiales para acumular las colillas, y al seguir investigando sobre la posibilidad de diseñar estos recipientes, se encontró un proyecto alternativo de los alumnos de las carreras de Psicología y Biología de la propia FES que ya los habían propuesto y diseñado en forma de cigarro utilizando PVC como materia prima y con letreros tratando de informar del daño que causa el cigarro e invitar a los fumadores a dejar este hábito.

4.4 ESTABLECER UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE SEPARACIÓN PARA LA COLILLA DEL CIGARRO.

Para decidir el objetivo de este proyecto se analizaron varias opciones que iban desde un sistema de recolección de colillas, un análisis de cromatografía de gases para conocer más de los subproductos generados por el cigarro o implementar un proceso de separación para aislar los diferentes componentes de las

colillas de cigarro. Se optó por esta última opción dado que en toda la literatura consultada se habla de los varios usos que se le dan al acetato de celulosa, el tabaco, la ceniza y el papel que recubre al filtro una vez separados. Sin embargo en ninguna fuente se encontró que se mencionara el proceso de separación de estos componentes de la colilla a nivel industrial, solo invitan a que el proceso se haga manualmente lo cual únicamente funciona a nivel casero. Tampoco se menciona que este proceso se realice en México, se entiende que hay que registrarse en un programa para ser voluntario y recolectar las colillas para llevarlos a un centro de captación en donde éstas son transportadas para su procesamiento en Canadá, principalmente. El reto es, entonces, encontrar la forma de hacerlo en el país con grandes cantidades de colillas dado que, convertir todo ese volumen de desperdicio en materiales útiles, es el principal problema a solucionar. Se tomarán en cuenta los procesos de separación mecánica estudiados durante la carrera, los equipos disponibles y los resultados de las pruebas físicas en planta piloto para proponer un proceso propio para la carrera de Ingeniería Química que sea factible, eficaz y eficiente, y estable.

5 MARCO CONCEPTUAL

5.1 INSTITUCIONES PROMOTORAS DE SALUD

En el afán de continuar los esfuerzos de la FES Zaragoza para cumplir con el compromiso de ser una institución promotora de la Salud⁶, que comenzaron desde el 2012 y que fueron reconocidos por la OMS y la OPS en el 2013, esta investigación es pertinente puesto que, al ser un problema ignorado, la recolección y buen manejo de las colillas, coadyuvará a que el estudiante fumador paulatinamente deje de fumar, disminuya su consumo o por lo menos, sea responsable de sus desechos.

En varios países se ha reconocido que las colillas de cigarro representan un problema para el medioambiente y al mismo tiempo han encontrado un área de oportunidad al utilizar la celulosa y otros componentes de este residuo como materia prima procesándola para producir fibras, pastas de cuadernos, plásticos, fertilizantes, antioxidantes, y repelentes.

La celulosa es una de las materias primas orgánicas más abundantes en el mundo. Sin embargo, su uso en general está restringido por limitaciones derivadas de su estructura. Debido a que el punto de fusión de la celulosa es superior a su temperatura de degradación, su disolución es la única vía para la fabricación de formas utilizables. El obtener fibras de celulosa, a partir de su disolución controlada, les confiere gran pureza, uniformidad y reproducibilidad de propiedades, en contraste con las fibras naturales como el algodón. Por esto se considera la opción de reciclar el acetato de celulosa a partir de colillas de cigarro, poniendo en práctica las técnicas de separación estudiadas en la carrera de Ingeniería Química.

⁶http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_500.html

En México aunque hay conciencia sobre el problema de consumo de tabaco, la normatividad no ha considerado tácitamente a las colillas como un residuo peligroso. La UNAM como una institución comprometida con la sociedad busca fomentar una cultura organizacional orientada por los valores y los principios asociados al movimiento global de la promoción de la salud como consecuencia ha generado a través de sus diversos campus un programa de escuela saludable cuyo objetivo está basado en los principios de *Salud para Todos y desarrollo sostenible*⁷ (1978), la Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud (1986), y su aplicación práctica bajo el enfoque de espacios saludable (healthy settings⁸, en inglés), especialmente con los movimientos de Ciudades Saludables, Municipios y Comunidades Saludables, y Escuelas Promotoras de Salud. Las acciones de promoción de la salud en el ámbito de las entidades de educación superior comprenden los siguientes componentes:

- Desarrollo de normativa y políticas institucionales para propiciar ambientes favorables a la Salud;
- Desarrollo de acciones de formación académica profesional en promoción de salud y educación para la salud, y otras modalidades de capacitación a la comunidad universitaria;
- Desarrollo de acciones de investigación y evaluación en promoción de salud;
- Desarrollo de acciones de educación para la salud, alfabetización en salud, y comunicación para la salud y el desarrollo;
- Oferta de servicios preventivos, cuidado y promoción de la salud;

⁷http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/promocion/1_declaracion_deALMA_ATA.pdf

⁸ http://apps.searo.who.int/PDS_DOCS/B0494.pdf

- Desarrollo de opciones de participación para el desarrollo de habilidades, liderazgo y abogacía en salud entre los integrantes de la comunidad universitaria;
- Desarrollo de acciones con alcance familiar y comunitario; y
- Otras instancias institucionales y sociales de promoción de la salud, basadas en el reconocimiento y obligaciones del enfoque de los determinantes sociales de la salud, que contribuyan al cambio social, al bienestar, y a la calidad de vida de la comunidad universitaria y el ambiente externo.

La *Carta de Ottawa*⁹ en 1986 la conceptualiza como el proceso de capacitar a las personas para que aumenten el control sobre su salud, y para que la mejoren. Para alcanzar un estado adecuado de bienestar físico, mental y social, un individuo o un grupo debe ser capaz de identificar y llevar a cabo unas aspiraciones, satisfacer unas necesidades y cambiar el entorno o adaptarse a él. La salud se contempla, pues, como un recurso para la vida cotidiana, no como el objetivo de la vida. La salud es un concepto positivo que enfatiza recursos sociales y personales, junto con capacidades físicas, por tanto, la promoción de la salud no es simplemente responsabilidad del sector sanitario, sino que va más allá de los estilos de vida saludables para llegar al bienestar. Por lo tanto la promoción de la salud constituye un proceso político y social global que abarca no solamente las acciones dirigidas directamente a fortalecer las habilidades y capacidades de los individuos, sino también las dirigidas a modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas, con el fin de mitigar su impacto en la salud pública e individual. El

⁹http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/promocion/2_carta_de_ottawa.pdf

concepto de Universidades Promotoras de Salud hace referencia a las entidades de Educación Superior que “desarrollan una cultura organizacional orientada por valores y principios asociados al movimiento global de la Promoción de la salud, a través de una política institucional propia para el fomento y permanencia de las acciones de Promoción de la Salud”.

Como lo señala la *Guía para universidades promotoras de la salud y otras instituciones de educación superior*¹⁰, las universidades tienen la capacidad de generar beneficios para sí mismas, para sus miembros y sus familias. Esto podría obtenerse reconociendo el valor agregado que la promoción de la salud tiene en términos de incremento de satisfacción laboral, como factor motivador para el ingreso de mayor número de estudiantes y como elemento relevante en la formación de profesionales íntegros. Al mismo tiempo, la incorporación de estilos de vida saludables podría disminuir el ausentismo de estudiantes, académicos y administrativos, favorecer las relaciones interpersonales armoniosas y la convivencia, mejorando el clima laboral y de estudio, y contribuyendo a la percepción de la calidad de vida durante el estudio y trabajo. Por último, en el largo plazo la promoción de la salud en la universidad favorecerá cambios en la situación de salud del país a través de las generaciones de estudiantes egresados que fomentarán modificaciones para lograr el bienestar y la salud de las instituciones y comunidades en las que trabajen y de las familias que formen.

¹⁰<http://www7.uc.cl/ucsaludable/img/guiaUSal.pdf>

Este proyecto sin duda traería consigo más de un beneficio para la FES Zaragoza y su comunidad ya que es definitivamente una forma válida y creativa de utilizar los conocimientos adquiridos para atacar uno de los grandes problemas de contaminación ambiental, el de la contaminación producida por las colillas de cigarro que, por distintas razones, ha sido relegado a segundo término y hasta ignorado por la gran mayoría.

A pesar de que todo el Campus es una zona libre de humo de cigarro, es inevitable el consumo de tabaco dentro del mismo dado el grado de adicción que tienen algunos miembros de la comunidad Zaragozana. En congruencia con el compromiso de la FES Zaragoza para cumplir con el perfil de una Universidad Promotora de Salud, y con el afán de promover un estilo de vida más saludable orientando los esfuerzos particularmente hacia el abandono paulatino del hábito de fumar, se propone la mejora de los recolectores de colillas de cigarro que se encuentran ubicados en algunos puntos estratégicos del Campus II de la FES Zaragoza ya que durante este proyecto se observó que estos recolectores han sido mal utilizados y hasta ignorados, se requiere de una campaña permanente para recordar su existencia y su ubicación con la intención de fomentar tanto la conciencia ecológica del daño que provocan estas colillas como el reciclaje de las mismas.

5.2 COMPONENTES DEL CIGARRO

5.2.1 TABACO

Para tener un panorama completo de los residuos contenidos en las colillas, debemos conocer la estructura del cigarro y todos sus componentes.

El tabaco es un producto vegetal obtenido de las hojas de varias plantas del género *Nicotianatabacum*. Dependiendo del país existen restricciones para su uso, aunque es considerado legal en casi todo el mundo y se consume mayormente en forma de cigarrillos. La totalidad de componentes del tabaco es desconocida al ser un producto sin regulación, la ropa lleva etiquetas de composición, los alimentos deben tener una lista de ingredientes, etc. pero el tabaco está exento de esta obligación. El empaque muestra una leyenda con la composición básica de los cigarrillos, donde destacan alquitrán (alrededor de 10mg), nicotina (sobre 0.9 mg) y monóxido de carbono generado (10mg). Según Philip Morris.

5.2.2 OTROS COMPONENTES EN LA COLUMNA DEL CIGARRO

En diferentes investigaciones se han descubierto alrededor de 4000 sustancias químicas y varias de ellas tienen efectos cancerígenos para el ser humano. Su composición está formada por el alcaloide nicotina, que se encuentra en las hojas en proporciones variables (desde menos del 1% hasta el 12%)¹¹. El resto es el llamado alquitrán, una sustancia oscura y resinosa compuesta por varios agentes químicos, muchos de los cuales se generan como resultado de la

¹¹<https://cmcbjizuzquiza.jimdo.com/drogas/nicotina/>

combustión cianuro de hidrógeno(HCN), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxido de nitrógeno(NO), amoníaco(NH₃), etc.)

Amoniaco: Componente de productos de limpieza

Arsénico: Veneno contenido en raticidas

Butano: Combustible doméstico

Cianuro: Empleado en la cámara de gas

Formaldehído: Conservante

Metano: Combustible utilizado en cohetes espaciales

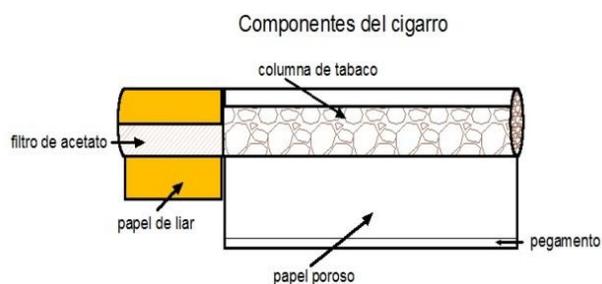
Cadmio: Presente en baterías

Monóxido de carbono: Presente en los humos de escape de los coches.

En los análisis del humo se presentan: Acetaldehído (C₂H₄O), Acrilonitrilo (C₃H₃N), 4-Amino bifenil (C₁₂H₁₁N), o-Anisidina hidroclicita (C₇H₁₀ClNO), Arsénico (As), Benceno (C₆H₆), Berilio (Be), 1,3Butadieno (C₄H₆), Cadmio (Cd), 1,1-Dimetil hidracina (C₂H₈N₂), Óxido de etileno (C₂H₄O), Formaldehído (CH₂O), Furano (C₄H₄O), Aminas heterocíclicas (Ar-X-A-NR¹R²), Hidracina (N₂H₄), Isopreno (C₅H₈), Plomo (Pb), 2-Naftilamina (C₁₀H₉N), Nitrometano (CH₃NO₂), Compuestos nitrogenados (R-NH₂); (R-C≡N), (R-NO₂), Naftalina (C₁₀H₈), Fluoreno (C₁₃H₁₀), Níquel (Ni) y Mercurio (Hg).

La mayoría de estas sustancias son bioacumulables y persisten en la cadena trófica, o pueden llegar a filtrarse en el suelo y contaminar los acuíferos.

[Iskander y colab. 1986].



5.3 COMPONENTES DE LA COLILLA DEL CIGARRO

5.3.1 FILTRO

El filtro es uno de los últimos componentes del cigarro, fue en 1959 cuando Ramón Galindo creó los primeros prototipos de filtros para tabacaleras en España y tiempo después fueron adquiridos por Philip Morris. El filtro fue mejorado para tener una función principal, retener el alquitrán y el resto de productos perjudiciales, tanto los que lleva el tabaco como los producidos en la combustión del cigarrillo, antes de que lleguen a los pulmones de los fumadores. [Novotny y colab.2009.]

Los Filtros de cigarrillos están específicamente diseñados para absorber la acumulación de vapores y partículas de humo. Estos filtros también impiden la entrada de tabaco a la boca y a los pulmones de los fumadores y tienen una boquilla que permite que no colapse mientras se fuma. [Novotny y colab.2009.] Los filtros en general tienen los siguientes componentes:

5.3.2 UN “TAPÓN” DE FILTRO DE ACETATO DE CELULOSA

El 95% de los filtros de cigarrillos están hechos de acetato de celulosa (de plástico), y el resto se realizan a partir de residuos y rayón. El conjunto de fibras de acetato de celulosa es más fino que los hilos de coser, es blanco y perfectamente embalados juntos para crear un filtro, que a simple vista parece algodón. Los filtros varían en eficacia de filtración, dependiendo de si el cigarrillo es “light” o regular.

5.3.3 UN ENVOLTORIO DE PAPEL INTERIOR Y ADHESIVO

El papel utilizado para envolver el tapón de acetato de celulosa es impermeable en los cigarrillos normales, o es muy poroso y ventilado en cigarrillos “light”, lo que permite la entrada de más aire a la mezcla de humo. Una emulsión de acetato de polivinilo se utiliza como pegamento para sujetar el tapón de la envoltura, a la costura y la envoltura.

5.3.4 ENVOLTORIO DEL CIGARRILLO

En general, el papel utilizado para envolver el tabaco se hace de la fibra de lino o lino. Los fabricantes añaden diversos productos químicos en el papel, incluyendo sales para acelerar o controlar la velocidad de combustión. La velocidad de combustión tiene un importante efecto sobre el número de inhalaciones que pueden ser obtenidas por el fumador, el humo y el rendimiento. (Cigarrete Butt Litter)

5.3.5 ACETATO DE CELULOSA

El acetato de celulosa de los filtros de los cigarrillos es producido al hacer reaccionar la celulosa con el ácido acético. El acetato de celulosa es un material termoplástico relativamente duro y brillante, incoloro, transparente y amorfo con una buena claridad, estabilidad a los rayos UV y resistencia química moderadas.

5.3.6 CARACTERÍSTICAS DEL ACETATO DE CELULOSA

Las siguientes tablas muestran las Características físico-químicas del acetato de celulosa, datos obtenidos en la empresa Goodfellow¹².

<i>Propiedades Eléctricas</i>	
Constante Dieléctrica @1MHz	~5
Factor de Disipación a 1 KHz.	0,06
Resistencia Dieléctrica (kV mm ⁻¹)	11
Resistividad de Volumen (Ohmcm ⁻¹)	5 x 10 ¹²
<i>Propiedades Físicas</i>	
Absorción de Agua - en 24 horas (%)	1,9-7,0
Densidad (g cm ⁻³)	1,3
Índice Refractivo	1,49
Índice de Oxígeno Límite (%)	19
Inflamabilidad	HB
Resistencia a la Radiación	Aceptable
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable

<i>Propiedades Mecánicas</i>	
Dureza - Rockwell	34-125
Módulo de Tracción (GPa)	1,0-4,0
Resistencia a la Abrasión - ASTM D1044 (mg/1000 ciclos)	65
Resistencia a la Tracción (MPa)	12-110
Resistencia al Impacto Izod (J m ⁻¹)	100-450

<i>Propiedades Térmicas</i>	
Calor Específico (J K ⁻¹ kg ⁻¹)	1200-1900
Coefficiente de Expansión Térmica (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	80-180
Conductividad Térmica a 23C (W m ⁻¹ K ⁻¹)	0,16-0,36

¹²<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/07/acetato-de-celulosa.html>

Temperatura Máxima de Utilización (°C)	55-95
Temperatura Mínima de Utilización (°C)	-20
Temperatura de Deflección en Caliente - 0.45MPa(°C)	52-105
Temperatura de Deflección en Caliente - 1.8MPa(°C)	48-86

<i>Resistencia Química</i>	
Ácidos - concentrados	Mala
Ácidos - diluidos	Buena-Mala
Álcalis	Mala
Alcoholes	Aceptable-Buena
Cetonas	Mala
Grasas y Aceites	Buena
Halógenos	Mala
Hidro-carbonios halógenos	Buena-Mala
Hidrocarburos Aromáticos	Buena-Mala

5.3.7 USOS POSIBLES DE LOS RESIDUOS DE LA COLILLA

Se encontraron los siguientes usos para el acetato de celulosa:

- Materia prima para la obtención del acetato de celulosa.
- Construcción de nidos de aves.
- Fabricación de Fuentes de almacenamiento de energía.
- Fabricación de “pallets”
- Fabricación de Relleno sanitario.
- Fabricación de Carcasas de bolígrafo
- Fabricación de Ceniceros callejeros
- Fabricación de Insecticida casero
- Fabricación de Anticorrosivo.
- Fabricación de Fertilizantes y abonos naturales.

5.4 USO DE ACETATO DE CELULOSA PARA SUPERBATERÍAS

En este documento nos comparten que investigadores de la Universidad Nacional de Seúl (Corea del Sur) obtienen carbono altamente poroso a partir de los filtros de las colillas de cigarro, el cual posee mejores propiedades de almacenamiento de energía eléctrica comparado con los nanotubos de carbono o grafeno debido a su combinación de diferentes tamaños de poros. Esto lo logran descomponiendo las colillas hasta obtener el material deseado el cual es ideal para fabricar los electrodos de los supercondensadores que almacenan varios órdenes de magnitud de energía más que las baterías y apenas pierden el 2% de la energía en el proceso. El profesor Jongheop Yi explica que los supercondensadores requieren un material de altas prestaciones (alta dureza, alta resistencia al ataque químico, resistencia a altas y bajas temperaturas, buen aislante eléctrico, baja densidad.) con una amplia superficie lo cual se puede conseguir con un gran número de poros y esto asegura que el material tenga altas densidades de energía, propiedad esencial para una rápida carga y descarga. La obtención del material híbrido (capas de carbono poroso) con estructura rica en microporos y mesoporos, se logró a través de pirolisis. Quemando los filtros a 900 °C durante dos horas y en una atmósfera libre de Oxígeno, compuesta por Argón y Amoniaco, para así retirar el carbón activado presente en las colillas. ¹³

¹³(<http://esmateria.com/2014/08/16/reciclan-las-colillas-de-los-cigarrillos-en-superbaterias/>); ('Preparation of energy storage material derived from a used cigarette filter for a supercapacitor electrode' DOI:10.1088/0957-4484/25/34/345601)

5.5 UNA EMPRESA NORTEAMERICANA CONVIERTE COLILLAS DE CIGARRILLOS EN PLÁSTICO

En este artículo mencionan que la empresa canadiense TerraCycle lanzó en mayo del 2012, un programa de colillas de cigarro exportado al mundo. Este programa reúne voluntarios (que pueden ser personas, empresas o asociaciones de defensa del medio ambiente, que recogen las colillas y las envían a la sede nacional de TerraCycle, que incluso paga el paquete). para la recolección de colillas que posteriormente se transforman en plástico para ser utilizado en nuevos productos, como rieles de ferrocarril, tarimas de embarque, madera plástica y ceniceros. El programa es financiado por la industria tabacalera. El programa será lanzado en un futuro en países como Francia, Alemania, Suiza, Austria, Noruega, Dinamarca, Suecia, Finlandia y quizás México. Los voluntarios obtienen puntos que utilizan para financiar proyectos en escuelas y asociaciones de caridad.¹⁴

5.6 RECICLAR COLILLAS PARA OBTENER ABONO NATURAL

En esta nota explican un procedimiento que fácilmente se puede aplicar de manera casera.

Para reciclar las colillas se deben colocar cinco de ellas por cada litro de agua que se vayan a utilizar para regar las plantas. La solución resultante se rocía

¹⁴(<http://www.lanacion.com.ar/1546645-una-empresa-norteamericana-convierte-colillas-de-cigarrillos-en-plastico>)

directamente a las plantas durante cuatro días seguidos, solo una vez al mes. Al contener acetato, además de hidratar a estos pequeños seres vivos cuando el agua filtre en la tierra se prevendrá la aparición de insectos y enfermedades.¹⁵

¹⁵<http://www.actividades-mcp.es/gestionresiduos/2012/01/las-cenizas-de-tabaco-y-de-chimeneas-son-un-excelente-abono-para-las-plantas/>

6 PRUEBAS PILOTO PARA EL TRATAMIENTO DE COLILLAS

En esta sección se describen las actividades llevadas a cabo en el procesamiento de una muestra tomada de las colillas de cigarro recolectadas en el campus universitario.

6.1 PRUEBA PARA OBTENER ABONO PARA PLANTAS

Se colocaron quince colillas en un vaso de precipitado de 500 ml con 200 ml de agua por dos semanas, detectándose variación inmediata tanto de color como de olor del agua, esto se dejó a temperatura ambiente en la sala de cómputo del Campus II y absolutamente todas las personas que entraron a esta sala, percibían el olor característico del cigarro, aunque no todas lograban identificarlo. Lo que comprueba la presencia en el filtro principalmente de tabaco y en menor proporción de otros compuestos que hacen que este concentrado sirva, a nivel casero, para abonar plantas y otros cultivos y opcionalmente utilizarse como insecticida o recubrimiento antioxidante en piezas metálicas.

En las fotografías se muestra la apariencia del concentrado después de dos semanas de estar sumergidas en agua.



Materiales

- Vaso de precipitado de 500 ml
- 15 colillas de cigarro
- 200 ml de agua

6.2 PRUEBA PARA SEPARACIÓN EN SECO CASERA

Se recolectaron manualmente varias colillas de cigarro en el Campus II de la FES Zaragoza. Se molieron 50 colillas (14g) en seco en la licuadora. Se obtuvo una mezcla con consistencia semejante a la del algodón. Esta consistencia no es óptima para ser utilizada en un proceso de tamizado para separar el tabaco y el papel de la fibra.

Materiales

- Licuadora doméstica marca Osterizer
- 50 colillas de cigarro
- Contenedor

6.3 PRUEBA PARA SEPARACIÓN EN SECO EN LA PLANTA PILOTO**6.3.1 MOLIENDA**

1. Se recolectaron manualmente varias colillas de cigarro en el campus II de la FES Zaragoza. Durante este proceso se percibió la sorpresa de varios zaragozanos al darse cuenta de que lo que se estaba levantando eran las

colillas y algunos de ellos se acercaron a preguntar cuál era el objetivo de esta acción.

2. Se recolectaron suficientes colillas (alrededor de 1800) para tener 500g y poder ser procesadas en el molino que es muy grande y solo funciona eficientemente con una gran cantidad de materia prima.
3. Se molieron los 500 g de colillas en el molino de martillos ubicado en la planta piloto del Campus II de la FES Zaragoza. Se obtuvo una mezcla bastante homogénea entre el acetato de celulosa, el papel del filtro y el tabaco contenido en las colillas. Se detectó en primera instancia un fuerte olor de menta provocado por las cápsulas de las colillas de los cigarrillos mentolados que opacó por mucho tiempo el desagradable olor característico de las colillas
4. En la figura se pueden observar los materiales usados y el producto resultante de la molienda.



Materiales

- Molino de martillos
- 500g de colillas de cigarro (alrededor de 1800)
- Contenedor

6.3.2 TAMIZADO

Se tomó una mezcla de 40 gr de la molienda para separar el acetato del papel y del tabaco usando el tamizador del laboratorio T1410 de la planta piloto de la FES Zaragoza Campus II como se ilustra en la siguiente figura.



Primero se apilaron las mallas y se colocó la molienda en la malla superior.



Malla 1. Serie de Tyler 8 en esta malla se colocó la molienda. Se puede observar la mezcla homogénea del papel, tabaco y acetato de celulosa.

Malla 2 Serie de Tyler 14. En esta malla se comienza a separar el acetato de celulosa y el papel del tabaco y las cenizas. Se observa que las esferas contienen acetato y papel principalmente y el tabaco está separado de las esferas y quedándose en esta charola. No se observa presencia de cenizas



Malla 3 Serie de Tyler 35. En esta malla las esferas van disminuyendo su tamaño y se comienza a ver que las esferas contienen menos papel y parte del papel con el tabaco se queda en esta malla.



Malla 4 Serie de Tyler 48 En esta malla se observa que las esferas siguen disminuyendo su tamaño y contenido de otros residuos. Y se va quedando más tabaco y papel separado.



Malla 5 Serie de Tyler 60. En esta malla se observa que el acetato de celulosa está prácticamente separado de todos los residuos y se queda otra pequeña parte del tabaco y papel.



Última Charola aquí solo se percibe la ceniza sin ningún otro residuo.





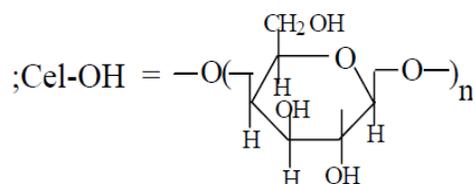
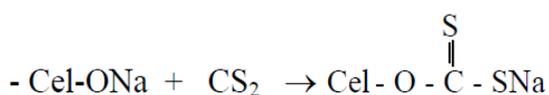
Se puede observar en la figura anterior como en cada malla se va separando gradualmente el acetato del papel y el tabaco, y las cenizas se depositan en la última charola.

Materiales

- Tamizadora de la planta piloto.
- Mezcla producto de la molienda

6.3.3 SEPARACIÓN CON HIDRÓXIDO DE SODIO.

El proceso viscosa es el proceso de solución-hilatura más conocido. La celulosa, procedente de pulpa de celulosa, se transforma en xantato de celulosa soluble, mediante alcalinización (18% de NaOH) y reacción posterior con sulfuro de carbono según las reacciones siguientes:



En este estudio solo se realizó la parte de alcalinización:



La muestra restante de la molienda se colocó en un recipiente y se agregó 18% de Hidróxido de Sodio para la separación del acetato de celulosa.

Se dejó reposar por una semana obteniéndose un concentrado con un olor muy fuerte y desagradable detectándose la presencia de ácido sulfhídrico y algunos gases mas además de la separación del concentrado en tres zonas, se tuvo que abrir el recipiente varias veces para ventilar por que los vapores producidos por la mezcla estaban causando presión en el mismo. Después se separó el concentrado del resto de la molienda por filtración, usando un colador casero.

Mezcla colillas e Hidróxido de Sodio.

Se nota el color sucio del concentrado, producto de las cenizas y otros residuos de las colillas.



Materiales

- Resto de la molienda 450 g aproximadamente.
- Hidróxido de Sodio.
- Contenedor de plástico

Después de reposar por aproximadamente dos semanas, se notan tres franjas.



En la primera hay concentrado con colillas. En la segunda solo concentrado y en la tercera concentrado con más colillas. Es evidente que estas fases son por la diferencia de densidad de los diferentes concentrados obtenidos. Nos llamó particularmente la atención que la franja de en medio estuviera libre de colillas y más oscura que las otras dos.

Al agitarla vigorosamente desaparecieron las franjas.



6.4 FILTRACIÓN

Resto de la mezcla filtrada.



Se filtró el concentrado usando el colador y se enjuagó para poder desecharse.

Concentrado de acetato de celulosa e hidróxido de sodio.



Se aisló el concentrado ya no se realizaron mas pruebas con el y se desechó en drenaje de residuos peligrosos.

7 ALCANCE DEL PROCESO PROPUESTO.

El alcance pretendido del proceso es meramente de aplicación técnica y no se contempla su viabilidad, este trabajo puede ser retomado como:

- Proyecto de PAPIME
- Servicio Social
- Inclusive como práctica de Laboratorio y Taller de Proyectos de 6^o semestre.

Se cotizó el equipo requerido para el proceso de separación buscando en el mercado aquellos equipos que fueran lo más parecidos a los utilizados en las pruebas piloto.

- Se encontró una tamizadora similar con las siguientes características.

<p>Agitador de tamices.</p> <p>Modelo ECO-WQS</p>  <p>Código ECO-WQS</p> <p>\$ 44,735.00 + iva</p>	<p>Intervalo de Operación: ≤ 325 mallas</p> <p>Frecuencia de Vibración:</p> <p>3000 Vibraciones / min, 6000 Vibraciones / min</p> <p>Selección de amplitud 0 - 3 mm</p> <p>Modo de Vibración:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vibración fina 2. Vibraciones intermitentes 3. Vibraciones continuas <p>Peso: 20 Kg</p> <p>Suministro de energía: 120V \pm 22V, 50Hz \pm 1Hz</p> <p>Dimensiones: 610 x 390 x 400 mm</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Se encontró un molino de martillos similar al utilizado en las pruebas piloto con las siguientes características.

<p>MOLINO DE 20 MARTILLOS CON CRIBA</p>  <p>\$ 5,900.00 + iva</p>	<p>Motor de 2 caballos</p> <p>Marca Siemens</p> <p>Voltaje: Trifásico 220V</p> <p>Incluye Criba</p> <p>Capacidad de molienda de 350 a 400 Kg por hora.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Se cotizaron contenedores industriales con las siguientes características:

<p>CONTENEDOR DE PLÁSTICO CON TAPA</p>  <p>\$ 5,480.00 + iva</p>	<p>Contenedor industrial cerrado</p> <p>Marca Inverplast</p> <p>Medidas: 120 x 80 x 83 cms</p> <p>Capacidad: 500 litros.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7.1 INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO

El monto total de la inversión asciende a: \$63,273.11 distribuidos de la siguiente manera.

Distribución de la inversión		
Tipo de inversión.	Monto (pesos)	Porcentaje (%)
Activos fijos		
Tamizadora	\$51,892.60	82
Molino de martillos	\$5,900.00	9.3
3 contenedores industriales.	\$5,480.51	8.7
TOTAL	\$63,273.11	100

Con este estimado se puede justificar el recurso de un Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) que sea permanente, emulando lo logrado con la planta potabilizadora de agua que sigue en funcionamiento y ha sido un proyecto muy bien aprovechado por los alumnos de la carreras de QFB. y Biología.

8 CONCLUSIONES

En este trabajo se aplicaron necesariamente muchos de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Química lo que justifica y valida la pertinencia y desarrollo del mismo. Este tipo de proyectos promueven el uso y aplicación de procesos de operaciones unitarias vistas en la carrera y que involucran el uso de materiales considerados como un desperdicio. Inclusive se encontró que pueden participar profesionistas de las otras carreras impartidas en la FES Zaragoza (Biología, Psicología, Medicina, etc.) para darle un sentido de transversalidad que enriquecería el resultado y aplicaciones aquí sugeridas.

Durante el transcurso de las pruebas en la planta piloto ya habían sido instalados algunos recolectores en los mismos puntos anteriormente señalados. A pesar de que estos recolectores a la fecha tienen un par de meses en funcionamiento, se sigue detectando que los fumadores arrojan las colillas al piso en los mismos puntos señalados.

Por esta razón se cambiará la intención de este objetivo proponiendo que a los contenedores se les adapte un sistema de pre-tratamiento. Se espera que al ver el proceso funcionando y los resultados positivos en el uso de los residuos de las colillas, la comunidad fumadora de la FES Zaragoza sea más consciente y responsable en el manejo de sus colillas y adopten el hábito de depositarlas en los recolectores, algo similar a lo que sucede con las latas de aluminio y las botellas de PET.

Se requiere de mayor difusión de los beneficios que este proyecto podría dar a la comunidad para tener una participación proactiva de todos los involucrados para convertir el desecho de colillas en un ciclo virtuoso.

Una vez terminadas las pruebas se analizó la posibilidad de encontrar una nueva alternativa de uso para los residuos obtenidos durante los procesos de separación además de los ya mencionados en las fuentes consultadas. Se debe indagar en las industrias que elaboran productos de plástico y similares dado que estos materiales son parecidos al acetato de celulosa y se les invitaría a que puedan considerar el cambio a esta materia prima reciclada argumentando los beneficios ambientales y tal vez fiscales que esto conlleva. De igual manera se buscará encontrar opciones en la industria de los fertilizantes, los cosméticos y papel reciclado para fomentar el reúso del papel del filtro y del tabaco y cenizas recuperadas en el proceso, en algunos de sus productos tales como: aromatizantes, plaguicidas y papel sanitario.

Se propone que en el recolector se haga un pre-tratamiento a las colillas. Esto es, poner dentro del contenedor un sistema de mallas para separar sólo el tabaco y cenizas del acetato y del filtro. Además, adecuar en el fondo del contenedor un recipiente con agua para iniciar el tratamiento y obtener el concentrado de tabaco y cenizas.

Se propone que en los puntos donde se detectó mas presencia de colillas se instale un recolector y se inicie una campaña informativa y de concientización para el reciclado de estos residuos.

Se espera que al paso del tiempo las generaciones futuras sean menos adictas a la nicotina, mientras tanto esta es una propuesta que seguramente tendría

un efecto positivo de conciencia y proactividad dentro de la comunidad de la FES Zaragoza. Por todo lo anterior, consideramos adecuado establecer un sistema de tratamiento del cigarro y sus residuos. De ser posible se debe quitar el filtro del cigarro y lo ideal sería dejar de fumar o vigilar más estrictamente el hábito de fumar en los centros educativos de la UNAM en particular. La ceniza del cigarro se puede utilizar como fertilizante dentro de los dos Campus de la facultad, el licor como antioxidante de metales de los inmuebles que así lo requieran dentro de las mismas instalaciones, y las fibras de colillas como inhibidor de microorganismos en nidos de pájaros, y finalmente esto motivaría a involucrar a los estudiantes de las carreras impartidas en la FES Zaragoza a emplear sus conocimientos en mejorar el proceso de tratamiento aquí propuesto y a utilizar y aprovechar estos materiales que se pueden obtener del proceso propuesto.

9 REFERENCIAS

1. <https://agendaplaneta.wordpress.com/2015/07/06/campana-buscara-disminuir-contaminacion-provocada-por-colillas-de-cigarro/>
2. <http://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/309343.colillas-de-cigarros-toxicas-para-peces.html>
3. <https://es.wikipedia.org/wiki/Cigarrillo>
4. http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2013-07-01/el-espanol-que-invento-el-filtro-de-los-cigarros-por-un-empleo-vitalicio_766483/
5. http://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/05/100513_cigarrillos_colillas_corrosion_amab.shtml
6. <http://www.abc.es/20121106/sociedad/abci-reciclaje-colillas-abono-201211052002.html>
7. <http://nosolotendencias.es/los-sorprendentes-usos-de-las-colillas-de-cigarro-reciclar-para-vivir-mejor/>
8. <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/18284849/Un-uso-para-las-colillas-de-cigarrillo.html>
9. http://reciclario.com.ar/no_reciclable/colilla-de-cigarrillo/
10. <http://www.teorema.com.mx/cienciaytecnologia/reciclan-colillas-de-cigarros-para-crear-superbaterias/>
11. <http://esmateria.com/2014/08/16/reciclan-las-colillas-de-los-cigarrillos-en-superbaterias/>
12. http://www2.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10669%3A2015-about-health-promoting-universities&catid=7790%3Aabout&Itemid=41389&lang=es
13. <https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvarado-metodos-de-investigacion-1ra.pdf>
14. http://www.conadic.salud.gob.mx/pdfs/ENA_2011_TABACO.pdf
15. <http://salud.edomexico.gob.mx/cevece/documentos/documentostec/documentos/Tabaquismomx.pdf>
16. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>
17. http://www.conadic.salud.gob.mx/pdfs/investigacion/ENCODE_DROGAS_2014.pdf
18. <http://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/cdmx/2017-05-25/nueva-separacion-basura-cdmx/>

10 ANEXO 1 TAMICES

Tamices Norma ASTM E - 11/95			Tamices Norma ASTM E - 11/95			
Diámetro	Nº	Luz		Diámetro	Nº	Luz
8"	2"	50,00 mm		8"	18	1,00 mm
8"	11/2"	37,50 mm		8"	20	0,850 mm
8"	11/4"	31,50 mm		8"	25	0,710 mm
8"	1"	25,00 mm		8"	30	0,600 mm
8"	3/4"	19,00 mm		8"	35	0,500 mm
8"	0,53"	13,20 mm		8"	40	0,425 mm
8"	1/2"	12,50 mm		8"	45	0,355 mm
8"	3/8"	9,50 mm		8"	50	0,300 mm
8"	5/16"	8,00 mm		8"	60	0,250 mm
8"	1/4"	6,30 mm		8"	70	0,212 mm
8"	3,50	5,60 mm		8"	80	0,180 mm
8"	4	4,75 mm		8"	100	0,150 mm
8"	5	4,00 mm		8"	120	0,125 mm
8"	6	3,35 mm		8"	140	0,106 mm
8"	7	2,80 mm		8"	170	0,090 mm
8"	8	2,36 mm		8"	200	0,075 mm
8"	10	2,00 mm		8"	230	0,063 mm
8"	12	1,00 mm		8"	270	0,053 mm
8"	14	1,40 mm		8"	325	0,045 mm
8"	16	1,18 mm		8"	400	0,038 mm

11 ANEXO 2 HOJAS DE SEGURIDAD

Amoniaco:

<https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/18amoniaco.pdf>

Arsénico:

<https://www.alfa.com/es/content/msds/spanish/00037.pdf>

Butano:

<http://www.infra.com.mx/wp-content/uploads/2013/09/butano>

Cianuro:

<https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/20cianuros.pdf>

Formaldehído:

<http://www.gtm.net/images/industrial/f/FORMALDEHIDO.pdf>

Metano:

http://www.linde-gas.ec/internet.lg.lg.ecu/es/images/HOJA%20DE%20SEGURIDAD%20METANO343_98262.pdf?v=1.0

Cadmio:

<https://www.alfa.com/es/content/msds/SouthAmerican/12219.PDF>

Monóxido de Carbono:

http://www.infra.com.mx/wp-content/uploads/2013/09/monoxido_carbono.pdf