

CIGARRILLO - SOSTENIBLE

¿Seremos capaces de elaborar cigarrillos sostenibles que satisfagan las necesidades de los consumidores afectando en menor medida el suelo y la atmósfera de nuestros ecosistemas terrestres?

Descripción breve

El reto que nos propusimos a la hora de desarrollar este proyecto fue el de indagar si era factible poder elaborar cigarrillos sostenibles que contaminasen menos que los cigarrillos habituales, los cigarrillos elaborados con la planta del tabaco.

Soraya Fernández Ucha e Inés Vázquez Cobián

Alumnas de 3º ESO / Marzo 2024

Contenido

INTRODUCCION	2
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	3
INVESTIGACIÓN DEL INTERIOR DEL CIGARRILLO	4
Materiales:.....	7
Procedimiento:	7
RESULTADOS Y ANÁLISIS	11
Mejoras de la metodología empleada:.....	13
INVESTIGACIÓN DEL EXTERIOR DEL CIGARRILLO	14
Papel de cigarrillo	14
Filtros.	14
CONCLUSIONES.....	15
Bibliografía	16
ANEXOS.....	18

INTRODUCCION

El consumo de tabaco es uno de los hábitos que más se ha extendido en el ser humano a partir de los años treinta seguramente debido al crecimiento de la fabricación industrial de los cigarrillos y, como no, a los beneficios económicos que hay detrás de dicha fabricación (Saiz Martínez- Acitores & et al, 2003).

Esta rutina de una alta proporción de la población mundial, sin embargo, acarrea un problema de salud de dimensiones epidémicas afectando en gran medida en su salud (Davia Cantos, Tárraga Marcos, Tárraga Marcos, & Tárraga López, 2022). Según la OMS¹ el tabaquismo mata a más de ocho millones de personas siendo, además la causa que de importantísimas enfermedades pulmonares crónicas, cardiovasculares y neoplásicas, estando considerado como un factor de riesgo de enfermedad y de muerte prematura el cual podría cambiar con un cambio de hábito.

Sin embargo, nuestro trabajo no se va a centrar en el impacto que tiene el tabaco en la salud humana queremos centrarnos en la **contaminación medioambiental** que éstos tienen, ya que, tanto fumadores como no fumadores desconocen realmente el daño real que los cigarrillos están haciendo a nuestros ecosistemas.

De entre varios aspectos negativos (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica, 2021), nos gustaría destacar tres fenómenos que están causando un gran retroceso en la calidad ambiental de nuestros ecosistemas:

1. El tabaco está causando una enorme deforestación debido al requerimiento de once toneladas métricas al año de bosque para abastecer la alta demanda que hay de dicha planta.
2. El mantenimiento de la plantación de tabaco implica el empleo de una gran cantidad de sustancias altamente contaminantes como pesticidas y productos que favorecen el crecimiento de las plantas de tabaco, contaminando y empobreciéndolo el suelo que da sustento a las plantas del tabaco.

¹ OMS: Organización Mundial de la Salud.

3. Dos de cada tres colillas de tabaco terminan siendo abandonadas en el en el medio ambiente convirtiéndose en basura tóxicas en nuestras calles, bosques, ríos y mares que tarda entre doce u quince años en degradarse.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Es precisamente este alto impacto ambiental el que nos hizo replantearnos la necesidad de **ayudar a nuestros ecosistemas** pensando cómo podríamos cambiar la composición química de los cigarrillos para que la gente, que actualmente es fumadora, sea consciente del daño que está generando a su entorno y tenga la oportunidad de encontrar otras alternativas en el mercado, disponer de otros cigarrillos que puedan satisfacer su hábito pero que fuese menos destructivo para los ecosistemas.

De esta manera ayudaríamos a conseguir algunas de las metas del Objetivo de Desarrollo 15: Vida de Ecosistemas Terrestres el cual se centra en gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad por la ONU en 2015 mediante la aprobación de la agenda 2030 (ONU, s.f.).

Por lo tanto, decidimos focalizar nuestro estudio en dos líneas de indagación (imagen 1) para dar una posible solución a nuestro reto: *¿seremos capaces de elaborar cigarrillos sostenibles que satisfagan las necesidades de los consumidores afectando en menor medida al suelo y aire de nuestros ecosistemas?*

Investigación Interior del cigarrillo

- Investigación y análisis de especies de plantas y árboles cuyas características químicas aportaran los mismos beneficios que el tabaco.

Investigación Exterior del cigarrillo

- Análisis y comparación del tiempo de biodegradación tanto del filtro como de las colillas que constituyen los cigarrillos.

Imagen 1 Esquema en el que se puede apreciar las dos líneas de indagación establecidas para elaborar nuestros cigarrillos sostenibles. Elaboración propia

INVESTIGACIÓN DEL INTERIOR DEL CIGARRILLO

Partimos de la necesidad de conocer los componentes de las hojas de la planta del tabaco (*Nicotiana tabacum*) para poder contrastarlos con las hojas de otras especies vegetales (plantas y árboles) para que produjesen el mismo efecto en los consumidores de cigarrillos.

Durante la investigación, nos dimos cuenta de lo complejo que resulta reconocer los compuestos químicos pertenecientes a los cigarrillos, tanto en estado sólido como en el humo, más de 5 000, sin embargo, los componentes que sabemos que están presentes y están reconocidos a nivel mundial, los hemos expuesto en la tabla 1, pudiendo ser clasificados en: agua, materia seca, compuestos orgánicos y compuestos inorgánicos (Gallardo Carrasco, Sánchez Hernández, & Almonacid Sánchez, 2020).

Tabla 1 Listado de los compuestos químicos presentes en las hojas de la planta de tabaco. Edición propia

Componentes conocidos de la hoja de tabaco				Concentración (%)
Agua				18 (material seco)
Materia seca	Compuestos orgánicos	Nitrogenados	Aminoácidos	75- 89
			Amoníaco	
			Proteínas	
			Alcaloides	
		No nitrogenados	Hidratos de carbono	
			Pectinas	
			Resinas	
			Glucósidos	
			Aceites etéricos	
			Ácidos grasos	
	Compuestos inorgánicos	Polifenoles	11- 25	
		Sustancias aromáticas		

Conocidos los componentes de las hojas del tabaco, investigamos los componentes de las hojas de diversas plantas y árboles para su posterior contraste con el fin de seleccionar aquellas que coincidiesen en su totalidad o en la mayoría de los componentes y atendimos además a la demanda de agua de las especies, ya que no nos podemos olvidar que esta

planta requiere un alto contenido de agua para su crecimiento óptimo (Gallardo Carrasco, Sánchez Hernández, & Almonacid Sánchez, 2020).

No nos podemos olvidar de que, el consumo de tabaco a través de los cigarrillos proporciona a los consumidores un aporte de **nicotina**, droga muy adictiva, la cual, una vez en el interior del cuerpo es absorbida por el torrente sanguíneo llegando así a las glándulas suprarrenales, localizadas en la parte superior de los riñones liberando adrenalina haciendo que aumente la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el ritmo respiratorio, en una palabra, crea sensaciones agradables (Mind Matters, 2022).

Hasta hace unos pocos años, la planta del **Narciso** era una gran desconocida a nivel farmacológico, sin embargo, según reconocidos científicos de la Universidad de Copenhague, los compuestos de las hojas de esta planta son potentes antidepresivos, estimulantes, permitiendo a sus consumidores estar en un estado de bienestar (Redacción BBC, 2012).

La planta del Narciso, además de provocar estados de ánimo placentero, sus hojas presentan alcaloides, como la narcisina responsable de sus propiedades medicinales y tóxicas, flavonoides compuestos antioxidantes y antiinflamatorios, aceites esenciales y saponinas, glucósidos, ácidos orgánicos y azúcares (De Andrade, 2014) coincidiendo, en gran medida, con la composición de la planta del tabaco, haciéndola por tanto una buena sustituta de la misma.

La **Moringa**, también es conocida como el árbol de la vida, aporta múltiple cantidad de beneficios a las personas que consumen sus hojas, pero en este caso, queremos destacar su empleo para tratar estados de ánimo en las personas como la depresión, la ansiedad y la fatiga, aportándoles energía y mejorando su estado de ánimo (Wilson, 2021).

Paralelamente a sus efectos, las hojas de la Moringa presentan un gran número de macronutrientes, micronutrientes y metabolitos secundarios como carotenoides, polifenoles, ácidos fenólicos, flavonoides, glucósidos, ácidos grasos, vitaminas, entre otros compartiendo, en gran medida, los compuestos presentes en la planta de tabaco (Álvarez Baladrón, 2019).

En el caso del **Nogal**, sus hojas han sido empleadas desde la antigüedad como antiinflamatorio y analgésico, así como sedante en los seres humanos (Ortega Serrano, 2021).

Por otro lado, presenta una amplia analogía en cuanto a la composición química de sus hojas con las de la planta del tabaco, presentando: derivados naftoquinónicos, aceite esencial, taninos catéquicos, ácido ascórbico, flavonoides e hidrojuglona (Del Villar Ruiz De la Torre & Melo Herráiz, 2009).

Tras el análisis de los efectos farmacológicos provocados por las diferentes especies, así como por la analogía de los componentes de sus hojas, seleccionamos como posibles candidatas las especies:

1. *Narcissus pseudonarcissus*, conocido como Narciso / Planta.
2. *Moringa oleífera* / Árbol.
3. *Juglans regia*, conocido como nogal común / Árbol.

El siguiente paso fue preparar todos los materiales para analizar el **dióxido de carbono** (CO₂) que cada una de las especies emitía al ser quemadas y compararlas con nuestro cigarrillo control, cigarrillo comprado en el mercado.

Variables:

Variable Independiente: tipos de hojas de las diferentes especies analizadas (Narciso, Moringa y Nogal)

Variable dependiente: Concentración de CO₂ eliminado a la atmósfera tras la quema del cigarrillo.

Variable control: Cantidad de hojas presentes en cada cigarrillo, así como la longitud y el diámetro de los cigarrillos. Ambas variables iguales a las del cigarrillo control, cigarrillo obtenido del mercado.

Materiales:

- Hojas de la planta de Narciso
- Hojas de Moringa
- Hojas de Nogal
- 5 vidrios de reloj de 7 cm de diámetro.
- Cuchillo
- Incubadora
- Filtros biodegradables
- Papel de cigarrillo
- Un mortero de porcelana
- Sensor de CO₂ de la marca Vernier, modelo CO2-BTA
- Software informático: Logger Lite. Versión 1.9.4.
- Dos Botellas de plástico en cuyo cuello encaja el sensor a la perfección de 500 ml de capacidad
- Papel de plata
- Mechero
- Pinzas metálicas

Procedimiento:

El primer paso fue disponer de las hojas secas para poder darle forma al cigarrillo. Tanto en el caso de la Moringa como en el de nogal, los dos árboles, no tuvimos problema porque ya las conseguimos preparadas para su utilización. Sin embargo, en el caso del narciso, tuvimos que preparar nosotras las hojas.

A partir de una planta de Narciso, troceamos las hojas con la ayuda de un cuchillo (imagen 2) y las dispusimos en la base de cinco vidrios de reloj (imagen 3).



Imagen 2 Hojas de la planta de narciso preparadas para ser troceadas con el fin de secarlas. Elaboración propia.

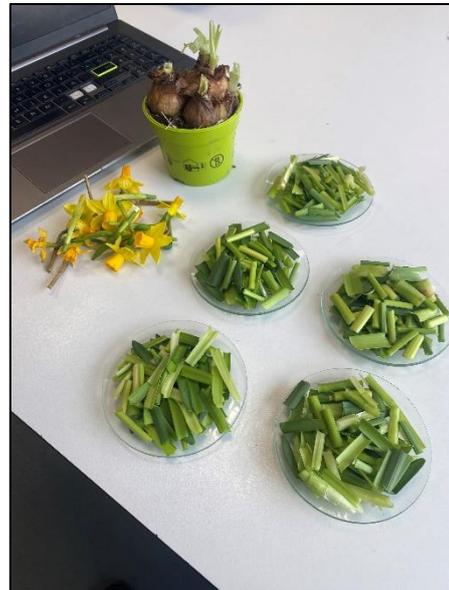


Imagen 3 Reparto de los trozos de las hojas en cinco vidrios de reloj. Elaboración propia

Una vez preparadas las hojas, procedimos a su incubación para que se deshidrataran lo máximo posible, estuvieron en la incubadora durante un fin de semana, 48 horas a una temperatura de 30º C (imagen 4).



Imagen 4 Localización de las placas Petri en el interior de la incubadora del colegio. Proceso de deshidratación de las hojas. Elaboración propia

Cuando ya disponíamos de todas las hojas cortadas y secas, llevamos a cabo la elaboración manual de los cigarrillos, para ello, machacamos en un mortero las hojas y las colocamos sobre un papel de cigarrillo (biodegradable). Con paciencia, fuimos dándole forma al papel hasta conseguir la forma deseada (imagen 5), cigarrillos con la longitud y el diámetro igual al control (cigarrillo que habíamos comprado).

Para finalizar la elaboración de los cigarrillos, colocamos unos filtros biodegradables en un extremo (imagen 6).



Imagen 5 Disposición de las hojas trituradas en el mortero sobre el papel de filtro. Elaboración propia



Imagen 6 Comparativa entre los dos tipos de filtros disponibles en el mercado. En nuestro caso empleamos los de la derecha, los biodegradables. Importante observar que los filtros de la izquierda disponen de plásticos altamente contaminantes para el medio marino, tal y como se aprecia en la etiqueta del envase. Elaboración propia.

El procedimiento descrito se realizó para conseguir cinco cigarrillos con las hojas de las tres especies bajo estudio (imagen 7): 5 con hojas de narciso, 5 con hojas de moringa y 5 con hojas de Nogal. Un total de 15 cigarrillos y 5 cigarrillos control (cigarrillos comprados).



Imagen 7 Ejemplo de un lote, con cada especie de hoja, realizamos 5 cigarrillos de cada una de ellas para poder contrastar los datos entre ellas y con los cigarrillos control (planta de tabaco). Elaboración propia

El siguiente paso consistió en medir la cantidad de CO_2 desprendido por cada tipo de cigarrillo gracias al sensor que detecta en CO_2 en el aire.

Cogimos una botella (imagen 8) cuyo diámetro fuera lo suficientemente grande como para poder introducir las muestras en el interior y, a la vez, lo suficientemente estrecho para que no se perdiese (o se perdiese la menor cantidad posible) del aire que estaba en su interior y poder medirlo con el sensor.

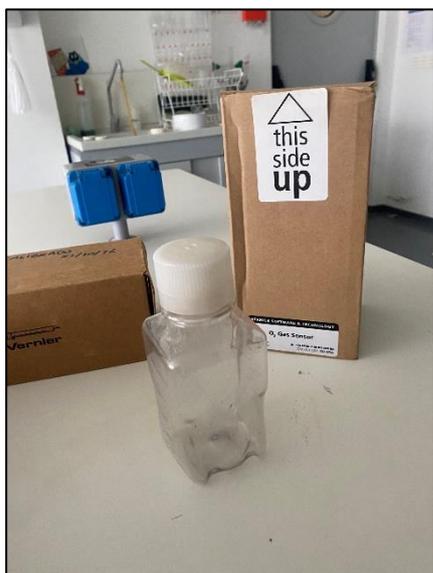


Imagen 8 Botella empleada para tomar registro de la calidad del aire en el interior de la misma tras el encendido de los cigarrillos. Elaboración propia.



Imagen 9 Registro del nivel de dióxido de carbono en el interior de la botella debido a la combustión del cigarrillo. Elaboración propia.

La dinámica de registro de cada cigarrillo fue siempre la misma, se colocó un trozo de papel de aluminio con la ayuda de unas pinzas en el fondo de la botella (por si el encendido del cigarrillo pudiese quemar o alterar la botella), se cogió un cigarrillo y se quemó el extremo (donde no estaba el filtro) para que se fueran quemando las hojas y el papel de cigarrillo poco a poco en el interior de la botella y poder llevar a cabo el registro de la cantidad de CO_2 en su interior (imagen 9).

Cada vez que cambiábamos de cigarrillo, también cambiábamos de botella y dejábamos abierta la que acabábamos de utilizar para que se renovara el aire en su interior y cambiábamos el papel de aluminio por si influyese de alguna manera el que estuviera con otro cigarrillo y así evitar así contaminaciones entre las muestras.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Todos los datos registrados los ordenamos en una tabla de datos (tabla 2) con el fin de poder hacer los cálculos pertinentes y poder comparar los datos obtenidos.

Tabla 2 Tabla en la que se registran los datos brutos de la concentración del gas emitido, tras el encendido de cada cigarrillo, y el tratamiento de datos realizados a partir de ellos: media y desviación típica. Elaboración propia.

[CO ₂] emitido a la atmósfera emitido al encender los cigarrillos (ppm)				
Muestra	Tipo de cigarrillo			
	Narciso <i>(Narcissus pseudonarcissus)</i>	Moringa <i>(Moringa oleífera)</i>	Nogal <i>(Juglans regia)</i>	Control <i>(Nicotiana tabacum)</i>
1	5 318	1 428	1 572	9 290
2	5 299	1 422	1 587	9 301
3	5 320	1 469	1 533	9 281
4	5 293	1 418	1 550	9 297
5	5 322	1 437	1 532	9 305
Media	5 310	1 435	1 555	9 295
Desviación Típica	13	20	24	10
Valor medio	5 310 ± 13	1 435 ± 20	1 555 ± 24	9 295 ± 10

Con los datos de las cinco muestras calculamos el valor medio para tener el valor más representativo del estudio, así como la desviación típica para conocer lo dispersos que estaban los datos conseguidos respecto de la media de concentración de dióxido de carbono emitido a la atmósfera en función del cigarrillo empleado (Pajares García & Tomeo Perucha).

Cálculo de la media aritmética:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Donde N es el número de datos disponibles, en nuestro caso 5, ya que hicimos 5 cigarrillos de cada especie vegetal y medimos 5 cigarrillos control.

$$\text{Narciso: } \bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{5\,318 + 5\,299 + 5\,320 + 5\,293 + 5\,322}{5} = 5\,310,4 \approx 5\,310 \text{ ppm}$$

$$\text{Moringa: } \bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{1\,428 + 1\,422 + 1\,469 + 1\,418 + 1\,437}{5} = 1\,434,8 \approx 1\,435 \text{ ppm}$$

$$\text{Nogal: } \bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{1\,572 + 1\,587 + 1\,533 + 1\,550 + 1\,532}{5} = 1\,554,8 \approx 1\,555 \text{ ppm}$$

Cigarrillo control: $\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{9\,290+9\,301+9\,281+9\,297+9\,305}{5} = 9\,294,8 \approx 9\,295 \text{ ppm}$

Cálculo de la desviación típica:

Como el cálculo es un poco largo, vamos a detallar el cálculo realizado con las hojas de la planta del narciso (tabla 3). En caso de querer ver los cálculos realizados con el resto de los cigarrillos, se pueden ver en los anexos.

Tabla 3 Tabla en la que se puede seguir, paso a paso, el cálculo de la desviación típica de los datos obtenidos para las muestras de los cigarrillos elaborados con las hojas de la planta de Narciso. Elaboración propia.

Valor	Media	Diferencia con la media	Diferencia de la media al cuadrado	Suma de la diferencia al cuadrado	Cálculos (ppm) $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$
5 318	5 310	8	64	718	$S = \sqrt{\frac{718}{4}} = 13,4 \approx 13$
5 299		-11	121		
5 320		10	100		
5 293		-17	289		
5 322		12	144		

Tal y como se aprecia en la imagen 10, la diferencia de gas emitido a la atmósfera entre cualquiera de las tres especies estudiadas y el cigarrillo hecho con la planta del tabaco es muy significativo:

En el caso del Narciso, hay una diferencia de 3 985 ppm (9 295 – 5 310) a favor de la planta del tabaco. Con los cigarrillos de Moringa, la diferencia fue la más grande: 7 860 ppm (9 295 – 1 435) y, finalmente, en los cigarrillos elaborados con las hojas del Nogal, la diferencia de gas CO₂ también fue mayor que la obtenida con los cigarrillos elaborados con la planta Narciso, pero un poco más baja que con los cigarrillos de las hojas de la Moringa: 7 740 ppm (9 295 – 1 555).

Llegados a este punto, nos gustaría en este momento, dejar para la reflexión, la cantidad de emisiones de CO₂ que disminuiría a nivel global, si pensamos en la altísima cantidad de cigarrillos que se encienden al día en todo el planeta.

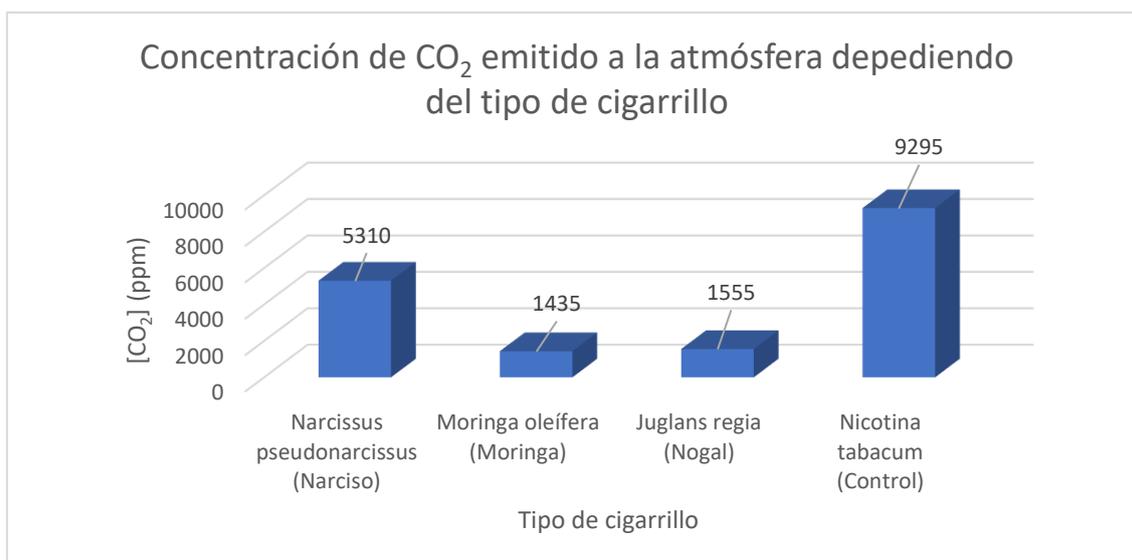


Imagen 10 Gráfico comparativo del gas emitido por los cigarrillos elaborados con las tres especies bajo estudio (Narciso, Moringa y Nogal) y los cigarrillos control, cigarrillos elaborados con las hojas de la planta del tabaco. Elaboración propia

Mejoras de la metodología empleada:

Nos gustaría comentar que los resultados obtenidos debemos tratarlos como son, resultados de una investigación inicial que puede servir como punto de partida para estudios más rigurosos en los que se analizaran más ejemplares de las plantas que se emplearon en el análisis, hemos realizado cinco repeticiones, pero sería interesante disponer de diferentes lotes de hojas de diferentes plantas y procedencias, para ver si los resultados se mantienen o no.

También no gustaría comentar que la selección de las especies fue fruto de una larga investigación, pero, estamos seguras de que podría haber más especies candidatas con componentes químicos apropiados y con efectos farmacológicos compatibles con los producidos por la planta del tabaco.

Además, también sería interesante poder incluir la nicotina a nuestros cigarrillos sostenibles para ver si su adición modificaría los resultados obtenidos. Hemos eliminado la nicotina de nuestro proyecto por ser menores de edad y porque, tras conversaciones mantenidas con profesores de Química de nuestro centro, nos comentaron que la

diferencia, si la hay, en la emisión de los gases de los cigarrillos con y sin nicotina, sería insignificante, en relación con la producida por las hojas de la planta y de los árboles.

INVESTIGACIÓN DEL EXTERIOR DEL CIGARRILLO

Tal y como comentamos en la imagen 1, nuestra línea de investigación también se centraría en la parte externa de los cigarrillos, buscar de qué manera podríamos conseguir que los materiales que contuvieran a las hojas que conformarían los cigarrillos fueran más sostenibles.

Es por ello que, nos centramos en investigar la composición química de los papeles con los que se arman los cigarrillos y los filtros, siendo estos los que realmente más nos preocupaban por lo que tardan en degradarse, tal y como comentamos al comienzo de nuestro trabajo.

Papel de cigarrillo

Realmente este componente no nos preocupó en ningún momento debido a que los papeles que hay en el mercado, los papeles que emplea en ser humano para elaborar los cigarrillos consisten en pasta de celulosa, pasta muy fibrosa, pudiendo ser pasta de madera o pasta textil, obteniéndose en este caso del arroz, cáñamo, esparto o yute o, incluso, una mezcla de ambas procedencias. Siendo en todos los casos materiales biodegradables, no dañinos para el medio ambiente (Tabacopedia, 2022).

Filtros.

Los filtros convencionales con los que se elaboran los cigarrillos son de acetato de celulosa pudiendo tardar entre 12 a 15 años en degradarse, tiempo en el que, además, van liberando poco a poco aquellas sustancias químicas que han quedado retenidas en ellos mientras duró la combustión de los cigarrillos como alquitrán y otros compuestos muy perjudiciales para los seres vivos (Monzonis Marco, 2011).

Debido al altísimo tiempo que tardan en desaparecer los filtros y el gran número de filtros utilizados debido a la gran demanda que hay de ellos. Se han realizado diferentes estudios

en búsqueda de una posible solución, así podemos encontrar, por ejemplo, filtros en los que se han modificado las características químicas aumentando su concentración en carotenos con el fin de que éstos captasen los hidrocarburos y no fuesen emitidos a la atmósfera (Lincango Tuquerres & et al, 2019).

Actualmente, hemos encontrado una propuesta que podría ayudarnos a conseguir nuestro objetivo principal de este estudio: obtener cigarrillos sostenibles, respetuosos con el medio ambiente. Se trata de unos filtros ecológicos ya que han sido creados a base de semillas, los cuales, una vez consumido el cigarrillo, puedes plantarlo, de tal manera que crecerán diferentes plantas, la mayoría, flores silvestres, consiguiendo reducir la contaminación por parte de los filtros de los cigarrillos (Andrey Benítez, s.f.). Fueron, precisamente, estos filtros los que empleamos en nuestro estudio (imagen 6).

CONCLUSIONES

Tras haber realizado el registro de datos de CO₂ emitido a la atmósfera tras la combustión de los diferentes cigarrillos analizados, así como la indagación realizada de los papeles y filtros en el mercado. Estimamos que sí hemos podido dar una solución al problema medioambiental que desencadenó nuestro estudio: altísima contaminación de nuestros ecosistemas causado por el hábito de los consumidores de cigarrillos.

Si invertimos el proceso que hemos seguido a la hora de estructurar nuestro trabajo y comenzamos nuestra exposición desde el exterior del cigarrillo, nuestro **cigarrillo sostenible**, no tendría problema si se elaborase con papel de cigarrillo (a elegir por el consumidor, debido a ser inocuos cualquiera de ellos) junto con los filtros biodegradables que hemos localizado.

En cuanto al interior del cigarrillo, con cualquiera de las tres especies analizadas contaminarían mucho menos, por lo que sería cuestión de ver la disponibilidad de sus plantaciones y lugares de tratamiento, para hacer un estudio económico y ver cual de ellos sería el más rentable. Sin embargo, partiendo de la base de que nuestro estudio busca cuidar el medioambiente, eliminaríamos de la elección al Narciso (*Narcissus pseudonarcissus*) por una doble razón: se encuentra catalogada como una especie

amenazada, localizándose en el libro rojo de España (Lorda & Garmendia, 2017) y requiere de una gran demanda de agua, recurso muy valorado que debemos controlar y evitar su despilfarro.

Respecto a las otras dos especies analizadas, si nos ceñimos a los datos, ambas especies de árboles: la Moringa (*Moringa oleífera*) y el Nogal (*Juglans regia*) presentan datos de emisión de dióxido de carbono semejantes. Pero, analizando las condiciones que las especies necesitan para desarrollar un buen crecimiento y las condiciones climáticas de las diferentes regiones, es importante analizar dónde crecen de manera natural estas especies, de ahí que, al encontrarnos que la Moringa es una especie cuya distribución natural corresponde al trópico seco de México y a otros países de Latinoamérica (Olson & Fahey, 2011), lo lógico sería que el cigarrillo sostenible de estas zonas se elaborase con esta especie.

Sin embargo, el Nogal se distribuye por Europa, norte de África y Asia (González, 2020), por lo que no sería un problema para estas regiones poder conseguir el recurso necesario para elaborar los cigarrillos sostenibles de manera barata y, a la vez, respetando el cuidado de los ecosistemas.

Bibliografía

- Andrey Benítez, M. (s.f.). Labin Granada. Recuperado el Marzo de 2024, de Colillas de cigarrillos que se convierten en plantas: <https://labingranada.org/idea/colillas-de-cigarrillos-que-se-convierten-en-plantas/>
- Davia Cantos, M., Tárraga Marcos, L., Tárraga Marcos, A., & Tárraga López, P. J. (Octubre de 2022). Patología orgánica asociada al tabaquismo. *Journal of negative & no positive results*, 7(4), 385-408.
- Gallardo Carrasco, J., Sánchez Hernández, I., & Almonacid Sánchez, C. (2020). Planta del tabaco, composición Físico- Química del humo del tabaco, patología asociada a su consumo. Neumomadrid. Recuperado el Marzo de 2024
- González, A. (2020). El nogal. Árbol de madera noble y fruto excelente. Diputación Foral de Guipúzkoa, Departamento de Agricultura y Medio Ambiente.

- Lincango Tuquerres, J. R., & et al. (2019). Análisis comparativo de filtros de tabaco mediante cromatografía de gases. Asunción. Paraguay: 8º Congreso Interamericano de residuos sólidos de DIRSA/AIDIS. Recuperado el Marzo de 2024, de <file:///C:/Users/mazpilicuenta/Downloads/Analisiscomparativodefiltrosdetabacomediantechromatografiadegases.pdf>
- Lorda, M., & Garmendia, J. (2017). Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada. Recuperado el Marzo de 2024, de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/narcissuspseudonarcissussubspnobilis_tcm30-505894.pdf
- Monzonis Marco, J. (2011). Estudio para la minimización del residuo de colillas de tabaco y su posible reutilización. Universidad Politécnica de Valencia, I.T. Forestal Esp. Explotaciones Forestales, Gandía.
- Olson, M. E., & Fahey, J. W. (2011). Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(4).
- ONU. (s.f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado el Marzo de 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Pajares García, A., & Tomeo Perucha, V. (s.f.). Las medias estadísticas: ejercicios motivadores. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el Marzo de 2024
- Saiz Martínez- Acitores, I., & et al. (julio-Agosto de 2003). Plan nacional de prevención y control del tabaquismo. Revista Española. Salud Pública, 77(4), 441-473.
- Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. (2021). El tabaco causa un daño importante al medio ambiente, aunque ni fumadores ni responsables políticos conocen su impacto. Editorial de posicionamiento en "Archivos de Bronconeumología" del SEPAR.
- Tabacopedia. (2022). Tabacopedia. Recuperado el Marzo de 2024, de <https://tabacopedia.com/> Visitamos la página bajo la supervisión de la profesora.

ANEXOS

Anexo 1: Cálculo de las desviaciones típicas

Moringa (*Moringa oleifera*):

Valor	Media	Diferencia con la media	Diferencia de la media al cuadrado	Suma de la diferencia al cuadrado	Cálculos $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$
1 428	1 435	-7	49	1 667	$S = \sqrt{\frac{1\ 667}{4}} = 20,4 \approx 20$
1 422		-13	169		
1 469		34	1 156		
1 418		17	289		
1 437		2	4		

Nogal (*Juglans regia*):

Valor	Media	Diferencia con la media	Diferencia de la media al cuadrado	Suma de la diferencia al cuadrado	Cálculos $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$
1 572	1 555	17	289	2 351	$S = \sqrt{\frac{2\ 351}{4}} = 24,2 \approx 24$
1 587		32	1 024		
1 533		-22	484		
1 550		-5	25		
1 532		-23	529		

Control (*Nicotiana tabacum*):

Valor	Media	Diferencia con la media	Diferencia de la media al cuadrado	Suma de la diferencia al cuadrado	Cálculos $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$
9 290	9295	-5	25	361	$S = \sqrt{\frac{361}{4}} = 9,5 \approx 10$
9 301		6	36		
9 281		-14	196		
9 297		2	4		
9 305		10	100		