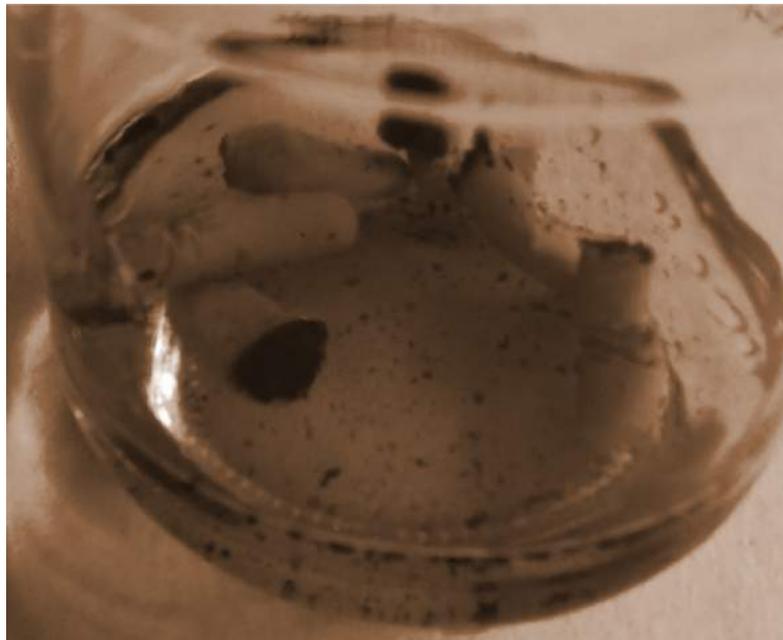


# **E**VALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DE LA NICOTINA SOBRE *Drosophila melanogaster*



**Autor:** Paula Torres Hermán  
**Profesora coordinadora:** Dra. Elena León Rodríguez

**IES FIDIANA**  
**2ª Bachillerato B (Ciencias de la Salud)**  
**Investigación Avanzada**  
**Córdoba, 9 de Abril del 2021**

## ÍNDICE

Resumen o abstract y palabras clave. **3**

- 1. Introducción o descripción del problema que interesa estudiar. **3-4**
- 2. Objetivos de la investigación. **4**
- 3. Fundamentos teóricos. **4-5**
  - 3.1) Composición del jabón.
  - 3.2) Estructura molecular de la nicotina.
- 4. Materiales y métodos. **5-11**
- 5. Resultados. **11-12**
- 6. Discusión. **12-13**
- 7. Conclusiones. **13**
- 8. Valoración personal **13**
- 9. Agradecimientos. **13-14**
- 10. Bibliografía. **14**

# EVALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DE LA NICOTINA SOBRE *Drosophila melanogaster*

P. Torres<sup>1</sup>, E. León<sup>2</sup>

1 Alumnado IES Fidiana  
2 Profesorado IES Fidiana

## ABSTRACT

En este proyecto se probará un insecticida a partir de nicotina para el cual se han realizado cinco concentraciones distintas a base de infusión de nicotina y jabón potásico para ser probadas en *Drosophila melanogaster* y así poder observar cómo se ve alterada la capacidad de supervivencia del insecto.

Es sabido que el uso de ciertas sustancias químicas provoca que se interrumpa algún proceso metabólico vital en invertebrados provocando la muerte de estos. Es por ello que el objetivo de este experimento es probar si ciertas concentraciones de infusión de nicotina (a base de alcohol etílico y colillas de cigarrillos usados) son eficaces para provocar la muerte de insectos y cuáles son las que tienen un mayor efecto.

El insecticida se elaboró a partir de distintas concentraciones de nicotina provenientes de una infusión fabricada con colillas de cigarrillos rubios. Para probar la efectividad de esta se mezclará en distintas proporciones con un insecticida de contacto que se sabe es eficaz y es usado en la actualidad, el jabón potásico.

Las moscas de la fruta (*Drosophila melanogaster*) pulverizadas con las distintas concentraciones de nicotina mostraron que, a pesar de que la nicotina es útil, el jabón potásico es más funcional a la hora de acabar con las moscas de la fruta pues, al aumentar su concentración con respecto a la de nicotina, también aumenta la velocidad a la que muere *Drosophila melanogaster*.

Con esto se buscó encontrar no solo una alternativa para reciclar las colillas de los cigarrillos, sino también un insecticida respetuoso con el medio ambiente a la par que útil para acabar con insectos, en concreto las moscas de la fruta.

También, al haberse observado un uso anterior de la nicotina como pesticida, se buscó contrastar la información que aparecía en distintos artículos y si era realmente cierto que la nicotina era tan eficaz como se declaraba en algunas páginas web en Internet.

Palabras clave: colilla de cigarro; nicotina, insecticida; jabón potásico; *Drosophila melanogaster*; reciclaje.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es muy común que la gente tire las colillas de los cigarrillos al suelo o a ceniceros para que luego estos residuos acaben en la basura y contaminen sin que siquiera se tenga conciencia de cuanto. Teniendo esto en cuenta, la idea de este proyecto es darles un segundo uso a las colillas de los cigarrillos.

Teniendo esto en cuenta, la idea de darles un segundo uso a las colillas de los cigarrillos aparece y, con ello, la idea de la que parte este proyecto.

Si se consigue reciclar los cigarrillos que de otra manera acabarían en los suelos de ciudades y campos y, al mismo tiempo, se eliminan sustancias tóxicas que estos contienen (aunque sea casi imposible desintegrarlo por completo), como lo es la nicotina. Así podremos darles un uso nuevo, que sea sencillo de realizar y que al mismo tiempo esté integrado en nuestra vida cotidiana. Además, se podría conseguir reducir la cantidad de restos de cigarrillos que pueden ser encontrados contaminando no solo el aire que respiramos (al fumarlos las personas fumadoras), sino también el paisaje que es visto por miles de personas cada día.

Partiendo de la base de que los insecticidas a base de productos químicos son funcionales en insectos, se va a probar si una infusión de nicotina proveniente de un cigarrillo rubio de marca *Fortuna* que se puede encontrar en los estancos de cualquier ciudad, puede cumplir la misma función. Vamos a comprobar si con las colillas de uno de estos cigarrillos rubios, se puede lograr un insecticida capaz de acabar con insectos (en este caso probado sobre *Drosophila melanogaster*), que sea respetuoso con el medio ambiente y que, al mismo tiempo, sirva como método para reciclar colillas de cigarrillo.

La hipótesis de la que parte este trabajo es la de que la nicotina es una sustancia tóxica y que usarla para acabar con plagas permite que contamine menos el medio ambiente y se le dé un uso beneficioso para el ser humano.

## 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo esta investigación es al reciclaje de las colillas de cigarrillo para la creación de un insecticida funcional que no solo le de un segundo uso a los restos de cigarrillo que de otro modo solo estarían contaminando sino que, si es funcional, se obtendría un método no tan convencional para eliminar plagas de cultivos: usar cigarrillos, algo que es conocido por ser tóxico, y darle una utilidad más allá de ser tirados a la basura y tardar hasta unos 10 años en degradarse por completo (Camacho et al; 2013)

## 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El jabón potásico actúa por contacto directo con los insectos, reblandeciendo la cutícula protectora que emplean éstos para respirar y, por consiguiente, provocando su muerte. Además, impide que los insectos desarrollen sus propios sistemas de defensa. Ideal para que no se generen resistencias.

### 3.1) COMPOSICIÓN DEL JABÓN

El jabón potásico se forma a partir de una reacción de esterificación (Ruiz, 2008)

**ÁCIDO GRASO + ALCOHOL -----> ESTER + AGUA** (Esterificación)

En este proyecto, la reacción sería:

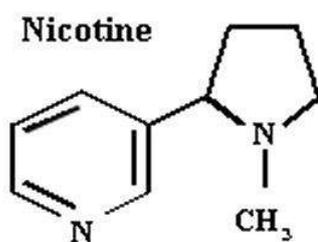
**GRASA (ACEITE) + HIDRÓXIDO POTÁSICO-----> JABÓN POTÁSICO + GLICERINA** (Saponificación)

El jabón potásico tiene un pH muy básico y por tanto puede ser usado como plaguicida de contacto, esto significa que solo actúa sobre el insecto sobre el que es aplicado y no por ingestión, esto deja a salvo a insectos beneficiosos para las plantas como las abejas. Además, en su proceso de descomposición produce carbonato de potasa que se reutiliza como abono.

### 3.2) ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA NICOTINA

La estructura de la nicotina responde a la fórmula empírica  $C_{10}H_{14}N_2$  (3-(2-(N-metilpirrolidinil)) piridina), cuya fórmula desarrollada posee dos núcleos heterocíclicos mononitrogenados: un anillo piridínico y otro pirrolidínico.

Imagen 1.- Estructura de la nicotina



La nicotina es una amina terciaria que existe en sus dos formas isoméricas, pero el tabaco contiene sólo la forma más activa desde el punto de vista farmacológico, que es la levorotatoria, llamada ( S )-nicotine . Esta es una base débil, hidrosoluble y liposoluble con un índice de ionización de 8.0. La absorción va a depender del pH, La nicotina presente en los cigarrillos tiene un pH de 5.5 y posee una mayor toxicidad general y una menor toxicidad local. (Cruz et al., 2007)

*“Su modo de acción consiste en mimetizar la acetilcolina al combinarse con su receptor en la membrana postsináptica de la unión neuromuscular. El receptor acetilcolínico, es un sitio de acción de la membrana postsináptica que reacciona con la acetilcolina y altera la permeabilidad de la membrana; la actividad de la nicotina ocasiona la generación de nuevos impulsos que provocan contracciones espasmódicas, convulsiones y finalmente la muerte. Hoy en día se encuentran en el mercado un grupo de insecticidas conocidos como neonicotinoides que son copias sintéticas o derivadas de la estructura de la nicotina como son Imidacloprid, Thiacloprid, Nitempiram, Acetamiprid y Thiamethoxam entre otros.”* (Maggi, 2004)

Usando como apoyo la idea anterior, lo que se busca en este proyecto es ver si la nicotina, al ser una sustancia tóxica que actúa como veneno podría llegar a ser un insecticida efectivo contra plagas de insectos y a partir de qué concentraciones empezaría a ser mortal para estos.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1) ASIGNACIÓN DE LAS VARIABLES

La variable independiente de este experimento son las cinco concentraciones distintas a base de infusión de nicotina y jabón potásico (0% de nicotina; 25% de nicotina; 50% de nicotina; 75% de nicotina; y 100% de nicotina), mientras que la variable dependiente es el tiempo que tarda en morir la *Drosophila melanogaster*.

### 4.2) MATERIALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron:

- Tubos de ensayo en los que se colocaron las distintas concentraciones de nicotina. Está indicado con rotulador a cuál de estas corresponde cada tubo (0%, 25%, 50%, 75% o 100%)

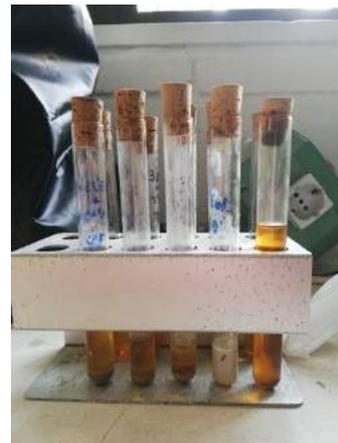


Imagen 2.- tubos de ensayo

- Tubos de ensayo en los que se colocaron las moscas la parte experimental del proyecto.



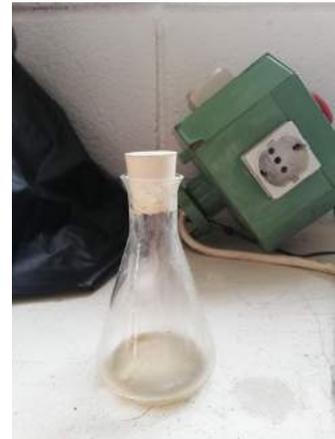
Imagen 3.- tubos de ensayo con moscas

- Un pulverizador usado para rociar a las moscas de la fruta con cada una de las concentraciones.



**Imagen 4.- pulverizador**

- Dos matraces Erlenmeyer en los que se colocaron la infusión de nicotina ya filtrada y el jabón después del proceso de decantación para mezclarlos juntos.  
También se usó un matraz Erlenmeyer para medir las cantidades de los ingredientes del jabón potásico y 100 ml de alcohol necesarios para la infusión de nicotina.



**Imagen 4.- matraz Erlenmeyer**

- Embudo de decantación usado para llevar a cabo un proceso de decantación en el jabón potásico para separarlo del exceso de aceite en la mezcla que quedaba después de haberlo fabricado



**Imagen 5- embudo de decantación y la mezcla de jabón potásico**

- Una cocina portátil y ollas que se usaron para fabricar el jabón de ceniza. En las ollas se calentó el agua y la ceniza.



**Imagen 6.- cocina portátil y ollas**

- Lupa binocular en la que se separaron las moscas de la fruta hembra de las moscas de la fruta macho para luego introducir 3 hembras y 3 machos en cada tubo de ensayo donde se probaron las concentraciones.



**Imagen 7.- lupa binocular**

- Colador usado para filtrar la infusión de nicotina y conseguir la nicotina sin ningún otro tipo de partículas provenientes de las colillas.

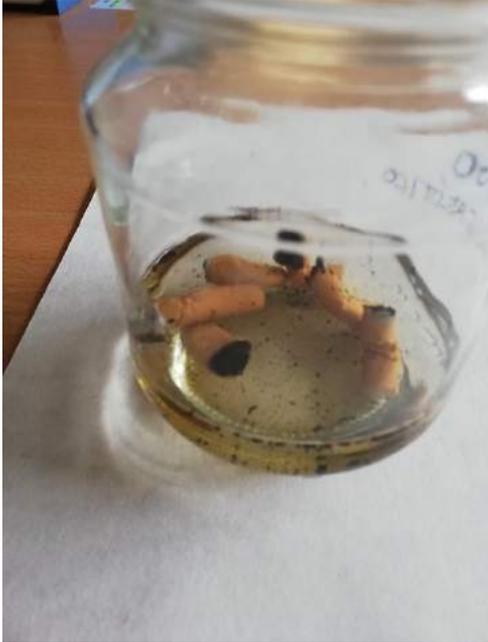


**Imagen 8.- colador**

### 4.3) DISEÑO EXPERIMENTAL

1- Primero se fabricó la infusión de nicotina.

- Para hacer la infusión de nicotina se tomaron 100 ml de alcohol etílico por cada 8 colillas usadas.



**Imagen 9.- preparación de la infusión de nicotina**

Esta infusión se deja reposar por al menos dos días en un bote cualquiera con la tapa semiabierta con lo que lo que se obtiene es un líquido amarillento que es la infusión de nicotina.

2- El siguiente paso a realizar fue la extracción de las colillas y restos de ceniza presentes en la disolución resultante (es necesario extraerlos porque de otra forma nuestra muestra estaría contaminada).

El método de filtración se realizó con un vaso de precipitado sobre el cual se colocó un embudo y, a su vez, dentro de este embudo se colocó un círculo (del mismo tamaño del embudo para que se acoplase a la perfección y no hubiese riesgo de que alguna partícula de ceniza no deseada acabase también en el vaso de precipitado. Se vertió sobre este la infusión de nicotina. Este es un proceso algo lento y no es perfecto, así que es posible que haya que repetirlo una vez más para librarse de cualquier partícula que se haya colado por accidente.



**Imagen 10.- Proceso de filtración**

3- Obtención de un insecticida funcional, el jabón potásico/ jabón de ceniza.

- Para la elaboración del jabón de ceniza según el método descrito en un artículo de Internet (Bárbara Vega, 2017):

- Primero, se quemaron 4 kilos de madera, en este caso de encina, para conseguir ceniza.
- Se tomó la ceniza y se cribó para no obtener por accidente algún trozo de madera quemada.
- Una vez cribada la ceniza para conseguir el resultado más fino posible, se pasó la ceniza a una olla junto a un litro de agua y se calentó mientras se removía. Una vez hecho esto se dejó reposar en un lugar oscuro por 24 horas.
- La mezcla condensará una concentración de carbonato de potasio (que a su vez es producto del hidróxido de potasio y el dióxido de carbono). Para medir si se tenía esa cantidad necesaria se metió una patata en la mezcla (imagen 11). Si la patata flota significa que la concentración de carbonato es elevada y por tanto podemos seguir adelante. En caso contrario, se debe añadir más ceniza a la mezcla, dejar que pasen 48 horas y volver a hacer la prueba.



*Imagen 11.- patata flotando sobre la mezcla*

- Se añadió a la mezcla un litro de aceite de oliva y se removió hasta que se formó una pasta viscosa.
- Esta pasta viscosa es llevada a una olla y se calienta hasta que alcance una textura más espesa.
- Con una tira de pH se comprobó si el pH era muy básico, tal y como se observa en la imagen 12. Esta tira indicadora del pH permite saber el nivel del pH que tiene nuestro jabón, si este no fuese básico, el experimento habría fracasado ya que el pH del jabón potásico se encuentra por encima de 9, es decir, es básico.



*Imagen 12.- jabón con un pH cercano a 9*

Con un embudo de decantación se llevó a cabo un proceso de decantación para que el excedente de aceite en la mezcla de jabón potásico no afectase al resultado final. El resultado obtenido se conservó en un matraz erlenmeyer.



*Imagen 5.- embudo de decantación y la mezcla de jabón potásico*

Ahora se tendrá un jabón de ceniza listo para ser mezclado con la infusión de nicotina y con un pH muy básico.

#### 4- Preparación de las concentraciones de nicotina.

<b><u>CONCENTRACIONES DE NICOTINA</u></b>	
<b>100% de 5 ml</b>	5 ml de nicotina
	0 ml de jabón potásico
<b>75% de 5 ml</b>	3,75 ml de nicotina
	1,25 ml de jabón potásico
<b>50% de 5 ml</b>	2,5 ml de nicotina
	2,5 ml de jabón potásico
<b>25% de 5 ml</b>	1,25 ml de nicotina
	3,75 ml de jabón potásico
<b>0% de 5 ml</b>	0 ml de nicotina
	5 ml jabón potásico
<b>+control agua</b>	

**Tabla 1.- Concentraciones de nicotina y sus proporciones**

Las distintas concentraciones obtenidas se guardaron en 10 tubos de ensayo.

#### 5- Captura de las moscas de la fruta

- Se fabricó una trampa con una botella y un medio nutritivo que las atrae (hecho a base de plátano y levadura).
- La botella se colocó en el lugar seleccionado, situado a una distancia del suelo de un metro y medio de altura aproximadamente. Al cabo de unos días empiezan a aparecer moscas.
- La captura de las moscas se realizó con un chupótero hecho con una botella de plástico lo suficientemente flexible como para ser apretada. A la botella se realizaron dos agujeros, uno de ellos para chupar y así conseguir introducir las moscas en el interior de la botella) al cual se le coloca una gasa por la parte interior para evitar que las moscas salgan, y el segundo tubo es el que irá al interior de la trampa en la que se encuentran las moscas para así capturarlas.

Se taponó este segundo tubo con un poco de papel film para que las moscas no pudiesen escapar.



**Imagen 13.- trampa para *Drosophila melanogaster***



**Imagen 14.- chupótero**

#### 6- Anestesiado de las moscas para su manejo en laboratorio

Mediante el uso de éter dietílico, se durmieron a las moscas para que fuese más sencillo separarlas por sexo. El dimorfismo sexual de esta especie se identifica observando el apéndice sexual localizado en la pata, el cual solo parece en los machos ( Karageorgiou, 2017).

Se separaron 3 machos y 3 hembras en el bote correspondiente a cada concentración ensayada. Se probó la efectividad de estas mediante 5 pulverizaciones de cada concentración. De esta forma, las moscas entraron en contacto físico directo con la disolución.



*Imagen 15.- moscas de la fruta en un bote con medio*



*Imagen 16.- éter dietílico*



*Imagen 17.- moscas pulverizadas con la concentración 100% de nicotina*



*Imagen 18.- moscas pulverizadas con la concentración 25% de nicotina*

## **5. RESULTADOS**

Tras haber realizado la experimentación pertinente, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Tras haber pulverizado a 6 moscas con la concentración 100% de nicotina se observó que todas las moscas murieron 16 minutos después de entrar en contacto con la disolución.

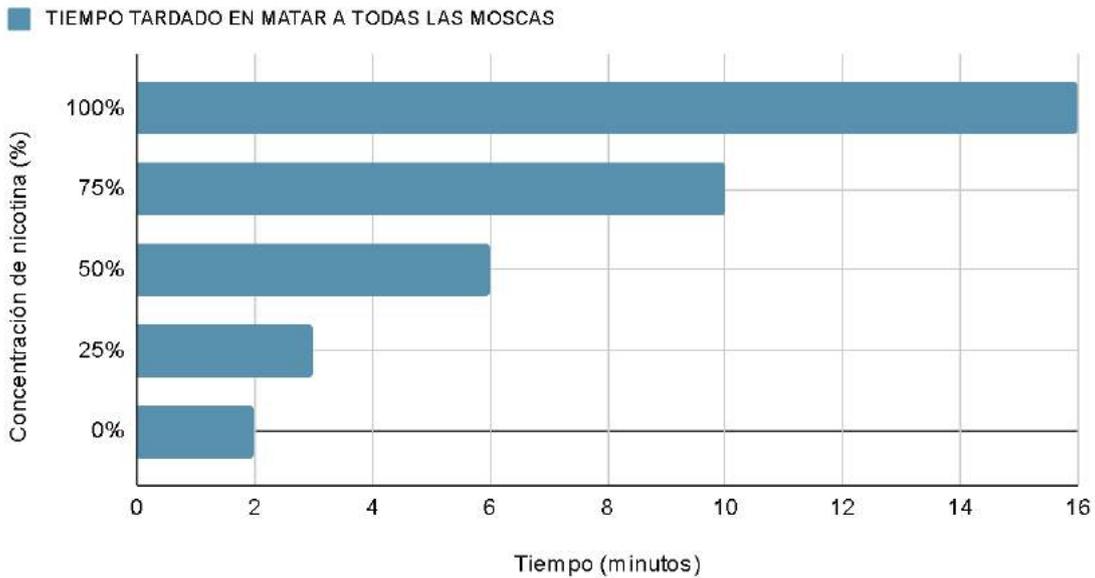
- Tras haber pulverizado a 6 moscas con la concentración 75% de nicotina se observó que todas las moscas murieron 10 minutos después de entrar en contacto con la disolución.
- Tras haber pulverizado a 6 moscas con la concentración 50% de nicotina se observó que todas las moscas murieron 6 minutos después de entrar en contacto con la disolución.
- Tras haber pulverizado a 6 moscas con la concentración 25% de nicotina se observó que todas las moscas murieron 3 minutos después de entrar en contacto con la disolución.
- Tras haber pulverizado a 3 moscas con la concentración 0% de nicotina se observó que todas las moscas murieron 2 minutos después de entrar en contacto con el jabón potásico.
- En el control, en el que no había ninguna concentración de nicotina ni de jabón potásico, las moscas se mantuvieron vivas siempre y cuando tuviesen acceso a alimento y no hubiesen llegado al final de su ciclo vital que es de unas dos semanas.

CONCENTRACIÓN (% NICOTINA)	Nº MOSCAS EN EL TUBO DE ENSAYO	Nº PULVERIZACIONES	Nº MOSCAS MUERTAS	TIEMPO TOTAL HASTA LA MUERTE (MINUTOS)
100%	6	5	6	16
75%	6	5	6	10
50%	6	5	6	6
25%	6	5	6	3
0%	3	5	3	2
<b>CONTROL (AGUA)</b>	-	-	0	Sin muertes registradas en el control

Tabla 2.- Representación de los datos de la experimentación

Podemos observar estos datos en la siguiente gráfica:

## Efectividad de la nicotina como insecticida



Gráfica 1.- Representación gráfica del tiempo de muerte por cada una de las concentraciones de nicotina

## 6. DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que cuanto mayor es la concentración de ácido potásico, más rápido mueren las moscas de la fruta, mientras que, aunque también mueren al estar en contacto con la infusión de nicotina, el proceso es bastante más lento. Sin embargo, esto no significa que la nicotina no sea un insecticida útil, es más, todo lo contrario. Al ser la nicotina un alcaloide derivado del tabaco, sus propiedades como insecticida natural fueron reconocidas en la primera mitad del siglo XVI al ser esta básicamente un insecticida de contacto no persistente. Esto significa que la actividad de la nicotina genera contracciones espasmódicas, convulsiones y finalmente la muerte (Maggi, 2004).

Tanto la nicotina como el jabón potásico, al ser de procedencia natural, son respetuosos con el medio ambiente y afectan tan sólo a la plaga sobre la que los pulverizamos, dejando a salvo a otros insectos que sí son beneficiosos, como las abejas. Esto es gracias a que ambos son insecticidas de contacto, por lo que no afectarán a otros insectos que ingieran cualquiera de estos insecticidas por accidente. En el caso del jabón potásico cuando se descompone produce carbonato de potasa, el cual puede ser reutilizado como abono gracias a su contenido en potasa (Andres, 1952). Sin embargo, el jabón potásico tiene una mayor efectividad que la nicotina a la hora de acabar con las plagas, lo que hace que fabricar este segundo a base de colillas sea solo una buena opción cuando se es fumador y se quiera contribuir algo al medio ambiente reutilizando las colillas de los cigarrillos ya usados y disminuyendo el número de residuos que van a acabar contaminando el suelo.

Así, podemos decir que, de las dos opciones, el jabón potásico parece la opción más efectiva, pero hay que añadir que, si se es fumador, el insecticida a base de nicotina es una buena oportunidad para reciclar y ser un poco más respetuoso con el medio ambiente.

## 7. CONCLUSIONES

1.- La nicotina es funcional como insecticida y es capaz de acabar con la *Drosophila melanogaster*, pues produce la muerte en el 100% de las moscas pulverizadas con cualquier concentración de nicotina al ser esta un insecticida de contacto, es decir, es efectivo cuando entra en contacto directo con las *Drosophila melanogaster*.

2.-La efectividad del jabón potásico fue muy elevada, pues al aumentar la concentración de este en las distintas disoluciones, el tiempo en el que morían las moscas de la fruta al pulverizarlas disminuía considerablemente con respecto al tiempo que tardaban otras *Drosophila melanogaster* pulverizadas con concentraciones más altas de nicotina.

3.- La efectividad de la nicotina, comparándola con el jabón potásico, es mucho menor, tardando más del triple en acabar con el mismo número de moscas. Sin embargo, al ser este un insecticida natural y teniendo la oportunidad de reciclar mediante su fabricación, aunque existan alternativas a esta, es una buena oportunidad para darle un segundo uso a las colillas de cigarro rubio que de otra manera solo estarían contaminando nuestros suelos.

## 8. VALORACIÓN PERSONAL

Mirando hacia atrás e intentando realizar una autoevaluación sobre el trabajo de laboratorio realizado, opino que esta investigación ha servido para conocer mejor lo que es trabajar en un proyecto de laboratorio.

No se ha tratado solo de seguir instrucciones, sino que, por cuenta propia, se ha tenido que pensar en una idea sobre la que investigar, buscar información sobre la misma, comprobar que era viable para llevarla a cabo en clase, realizar cálculos para las diversas concentraciones de (en este caso) nicotina que se han tenido que preparar, poner a punto el material, conseguir muestras llevando a la práctica los cálculos pensados anteriormente y mucho más.

Se podría decir que es la primera investigación que he hecho por mi cuenta y, aunque no haya exigido una gran cantidad de trabajo por mi parte, al final ha sido una experiencia nueva que me ha hecho ver que, muchas veces, lo más difícil de un proyecto no es la parte de obtención de muestras o la parte experimental del mismo, sino conseguir una buena idea y darle forma para conseguir un objetivo claro.

Como conclusión, se podría decir que he sido como mi propio equipo de investigación, trabajando tanto en la búsqueda de información necesaria para el proyecto, como en la parte de los cálculos y la elaboración de la memoria de investigación.

## 9. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no habría sido posible sin la ayuda de mi profesora Elena León quien, incluso cuando tuvo que mantenerse al margen porque este era mi propio proyecto, hizo todo lo posible por ayudarme a conseguir los materiales necesarios y aclaró todas las dudas que pude haber tenido a lo largo de este experimento.

También se quiere agradecer a Marcos Mateo, quien aportó las moscas de la fruta necesarias para probar la eficacia de las distintas concentraciones de nicotina y a María Auxiliadora Díaz Castro por la ceniza para fabricar el jabón potásico.

Además del IES Fidiana por el proyecto Fidiciencia y a la Consejería de Educación por el Proyecto de Innovación ya que sin ellos ni siquiera se habría podido tener la oportunidad de empezar este proyecto.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Cañamero, A. (julio, 2002) Fabricando jabón. El rincón de la Ciencia:  
<http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Practica/PR-21/PR-21.html>.

García Ruiz, Fco.M. (octubre, 2011) La Química en la elaboración del jabón artesanal. El rincón de la Ciencia:  
<http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid2/rc-139/rc-139.html>.

Vega C.,V (2017): “Paso a paso, preparación de Jabón Potásico”, *Instituto de investigaciones agropecuarias Inia Rayentue*, Ficha técnica 16.

Ruiz Hidalgo, J. (2008): *Fabricación de jabón casero, un ejemplo de reacción química de saponificación*, Artículo sobre la realización de una práctica de química para segundo de bachillerato, IES Américo Castro, Huetor-Tajar, Granada.

Saíñz Hernández, M.A. (agosto, 1999) CULTIVO DE LA MOSCA *DROSOPHILA MELANOGASTER*.Cíclidos-Sp:  
<https://www.oocities.org/ciclididos/articulos/drosophila.htm>.

Karageorgiou, H (2017) *Práctica 1. Introducción a la biología i morfología de Drosophila melanogaster* [Diapositiva de Powerpoint]. Material del Departamento de Genética i Microbiología de la Facultad de Biociencias de la Universitat Autònoma de Barcelona.  
[http://genetica.uab.es/base/documents/genetica\\_gen/documents/Morfologia%20de%20Drosophila2018\\_3\\_2D13\\_48\\_41.pdf](http://genetica.uab.es/base/documents/genetica_gen/documents/Morfologia%20de%20Drosophila2018_3_2D13_48_41.pdf).

Camacho Montalvo, M; De Vecchi Robert, P; Grajales Morán, A; y Ruiz del Moral Cervantes A (2013): “ECO-LILLAS: Una opción”, en *Primer Congreso Estudiantil de Investigación del Sistema Incorporado 2013*, México Distrito Federal, Ma. Elizabeth García Galindo y Verónica C. Santamaría Sánchez.

Maggi, M.E. (2004): “Insecticidas naturales” [versión electrónica]. Córdoba: Laboratorio de Química Fina y Productos Naturales. Recuperado el 5 de abril de 2005 de:  
<https://www.monografias.com/trabajos18/insecticidas-naturales/insecticidas-naturales.shtml>.

Pérez Cruz, N; Pérez Cruz, H; y Fernandez Manchón E.J (2007): “Nicotina y adicción: un enfoque molecular del tabaquismo”, *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, ISSN 1729-519X.

Aguirre Andrés, J (1952): “Abonos potásicos”, *Hojas divulgadoras*, Número 23-52 H, página 6.