

Cigarrillo electrónico, salud y medio ambiente

E-cigarette, health and environment

Rodrigo Córdoba-García^a, Vidal Barchilon-Cohen^a, Cecilia Amato^a,
 Cristina Almécija-Pérez^b, Miriam Navarro-Beltrá^c y María del Campo-Giménez^d

^a Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Grupo de Trabajo de Abordaje del Tabaquismo de la semFYC

^b Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Programa de Salud Planetaria de la semFYC

^c Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Programa de Salud Planetaria de la semFYC. Grupo de Trabajo de Inequidades en Salud y Salud Internacional de la semFYC

^d Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Programa de Salud Planetaria de la semFYC. Grupo de Trabajo de Educación Sanitaria y Promoción de la Salud del PAPPS de la semFYC

CORREO ELECTRÓNICO:

Rodrigo Córdoba García.
 rcordoba1954@gmail.com

RESUMEN

Los cigarrillos electrónicos (e-cigs) se caracterizan por el calentamiento del líquido que contienen, el cual está compuesto por diversos productos que producen un aerosol. El objetivo de esta revisión fue describir la relación entre el uso de e-cigs y los efectos en la salud pública y el medio ambiente. El aerosol contiene una combinación de sustancias químicas. Las más habituales son la nicotina, el propilenglicol (PG), el glicerol y los aromas. La mayoría de los líquidos utilizados en los e-cigs contienen una mezcla de PG y glicerol. Los compuestos carbonílicos como el formaldehído, acetaldehído, acroleína y el glioxal, que se han encontrado en los aerosoles de los e-cigs, son potencialmente peligrosos y pueden inducir diversos efectos sobre la salud. Si bien muchos sabores son seguros como aditivos alimenticios, pueden ser dañinos cuando se inhalan. La publicidad de estos productos indica que tiene un 95% menos de riesgo que el cigarrillo convencional, sin embargo, revisiones recientes concluyen que, aunque los e-cigs presentan una morbilidad un 20% menor que los cigarrillos convencionales, su habitual consumo dual la incrementa cerca de un 30%. Los desechos electrónicos son responsables de dos tercios de los metales pesados en los vertederos, y están aumentando, mientras que disminuyen las colillas de cigarrillos. Estos materiales son difíciles de reciclar adecuadamente, por lo que su prohibición es la mejor opción.

Palabras clave: cigarrillo electrónico (e-cigs), industria tabaquera, líquidos de los cigarrillos electrónicos, desechos de los cigarrillos electrónicos, medio ambiente.

ABSTRACT

E-cigs are characterized by the heating of liquid containing various products that produce an aerosol. The aim of this review is to report the relationship between e-cigarette use and effects on public health and the environment. The aerosol contains a combination of chemicals. The most common are nicotine, propylene glycol (PG), glycerol, and flavourings. Most liquids used in electronic cigarettes contain a mixture of propylene glycol and glycerol. Carbonyl compounds such as formaldehyde, acetaldehyde, acrolein and glyoxal, which have been found in electronic cigarette aerosols, are potentially hazardous and can lead to various health effects. While many flavours are safe as food additives, they can be harmful when inhaled. Advertising for these products indicates that they are 95% less risky than traditional cigarettes. However, recent reviews draw the conclusion that e-cigarettes have a 20% lower morbidity than conventional cigarettes but that regular dual use increases this by approximately 30%. E-waste is responsible for two-thirds of heavy metals in landfills and is increasing as cigarette butts decline. These materials are difficult to recycle properly which makes banning them the best option.

Keywords: e-cigarette, e-cigarette liquids, e-cigarette waste, environment, tobacco industry.

INTRODUCCIÓN

Popularmente conocidos como cigarrillos electrónicos (e-cigs), estos dispositivos se caracterizan por el calentamiento del líquido que contienen, el cual está compuesto por diversos productos que producen un aerosol. El aerosol contiene una combinación de sustancias químicas. Las más habituales son la nicotina, el PG, el glicerol y los aromas. Pero dado que contienen una resistencia eléctrica para calentar el líquido y generar vapor a unos 300 grados, se añaden a estos componentes



El contenido de la Revista Clínica de Medicina de Familia está sujeto a las condiciones de la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0

metales pesados, nitrosaminas, aldehídos y otros productos tóxicos. Existen diversos modelos y distintas generaciones (tabla 1)¹. Los productos más promocionados son los e-cigs desechables (*pod mods*), que son los que amenazan más el medio ambiente por su creciente uso en muchos países tanto de altos como bajos ingresos. Los que contienen nicotina mantienen la adicción a la misma, siendo difícil predecir su intensidad de liberación de nicotina final por su gran heterogeneidad tanto en marcas como en composición de líquidos.

OBJETIVO

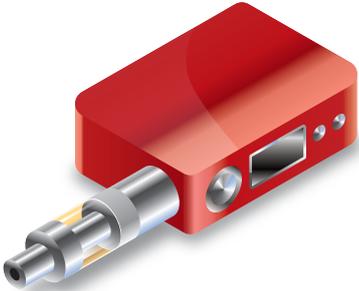
Este artículo, realizado en colaboración por el Programa de Salud Planetaria y el Grupo de Abordaje al Tabaquismo de la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (semFYC), quiere poner en evidencia que los múltiples componentes químicos de los e-cigs, estos nuevos dispositivos del tabaco, causan perjuicios di-

rectos en la salud de las personas, el medioambiente y la salud planetaria, concepto que se denomina en la actualidad tabaquismo de cuarta mano.

MÉTODOS

Se hicieron búsquedas en PubMed y Tripadatabase.com en el período 2005-2024 para hacer una revisión de este problema. Las palabras claves utilizadas fueron: *electronic nicotine delivery systems, public health, tobacco industry, electronic cigarettes, vape waste, vape environment health*. La estrategia de búsqueda fue: *electronic cigarettes AND public health AND environment*. Se consultaron webs de Truth Tobacco Industry Documents y Tobaccotactics, expostetobaco.org para descartar artículos con conflictos de interés (COI) con la industria tabaquera. Se obtuvieron 116 artículos en primera búsqueda. Una vez analizados los estudios se descartaron 72 por no ajustarse a objetivos específicos y 2 por COI. Se incluyeron otros 9

Tabla 1. Distintas generaciones de cigarrillos electrónicos

<p>PRIMERA GENERACIÓN 2003</p>	<p>También conocidos como <i>cig-a-likes</i>, ya que parecen cigarrillos de tabaco. Diseñados para ser usados una sola vez. También se conocen como desechables o sistemas cerrados</p>	
<p>SEGUNDA GENERACIÓN 2007</p>	<p>Llamados <i>pens</i>. Por lo general, son más grandes que los cigarrillos y parecen plumas estilográficas. También se llaman recargables. El líquido viene en cartuchos llenos o recargables</p>	
<p>TERCERA GENERACIÓN 2010</p>	<p>También conocidos como tanques de vapor y vaporizadores personales <i>mods</i> (VTMS), vaporizadores personales avanzados (APV), unidades modulares o sistemas abiertos. Modificables y personalizables</p>	
<p>CUARTA GENERACIÓN 2015</p>	<p>Conocidos como <i>pod mods</i>. Pueden ser de carga cerrada o recargables. Pueden suministrar hasta 10.000 <i>puffs</i>. Tienen diversas formas y aromas (muy atractivos para la población menor de edad). Por lo general, usan sales de nicotina en lugar de nicotina de base libre. A menudo contienen cantidades de nicotina más altas que las generaciones anteriores. Los desechables generan graves problemas de contaminación ambiental</p>	

Modificada de: Cigarrillos electrónicos. ¿Cuál es la conclusión? [Internet]. Atlanta (Estados Unidos): Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Disponible en: www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/pdfs/electronic-cigarettes-infographic-spanish-508.pdf

artículos, informes y libros obtenidos por otras fuentes relacionadas con contaminación ambiental.

COMPOSICIÓN DE LOS CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS

1. Nicotina

La gran mayoría de los e-cigs contienen nicotina en cantidades similares a las del cigarrillo convencional. La nicotina es un compuesto orgánico, un alcaloide encontrado principalmente en la planta del tabaco (*Nicotina tabacum*), con alta concentración en sus hojas, que también está presente en otras plantas de la familia solanácea como en el caso del tomate, la berenjena, el pimiento y la patata. La cantidad de nicotina de estas plantas se halla en el rango de 2-7 µg/kg, mientras que un solo cigarrillo con 1 g de tabaco libera más de 1.000 µg de nicotina. Se sintetiza en las zonas de mayor actividad de las raíces de las plantas del tabaco y es transportada por la savia a las hojas verdes. El depósito se realiza en forma de sales de ácidos orgánicos. La nicotina es altamente adictiva. Toxicológicamente, se considera un veneno e históricamente se ha utilizado como insecticida². Sin embargo, en bajas concentraciones, es el principal factor de adicción física al tabaco. El tabaco es un producto que genera adicción por medio de la nicotina, aunque, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), algunos productos del tabaco pueden contener hasta más de 7.000 sustancias en el aerosol, producto de su combustión. Se sabe que la industria tabaquera añade distintos productos para incrementar la capacidad adictiva, como sales de amoníaco, azúcares, aromatizantes (mentol) o la piridina, entre otros, y es también conocido que el consumo continuado termina produciendo una dependencia a este producto. Como mecanismos implicados en la adicción, conocemos que el cerebro humano tiene unos receptores nicotínicos que son los que producen la adaptabilidad neurobiológica y generan el fenómeno de tolerancia y el síndrome de abstinencia³. Los efectos de la nicotina en la salud no son despreciables. Se presentan en la tabla 2.

2. Humectantes

El glicerol (también conocido como glicerina) es un líquido aceitoso e higroscópico con un sabor cálido y dulce. Aunque puede derivarse de grasas y aceites naturales («glicerina vegetal»), el glicerol sintético se produce a partir de productos petroquímicos en un proceso de varios pasos. El glicerol se utiliza en productos alimenticios, suplementos nutricionales, productos farmacéuticos, productos de cuidado personal y productos de cuidado bucal. La mayoría de los líquidos utilizados en los e-cigs y otros dispositivos de vapeo contienen una mezcla de PG y glicerol. Por lo general, las mezclas están en algún lugar en el rango de 30-50% de glicerol, y el resto es PG.

El PG es un líquido transparente, incoloro y ligeramente almibarado a temperatura ambiente. Es casi inodoro e insípido. Se utiliza en las industrias química, alimentaria y farmacéutica como humectante para absorber el exceso de agua y mantener la humedad en ciertos medicamentos, cosméticos o productos alimenticios. También se emplea como disolvente para colorantes y sabores alimentarios, y en las industrias de la pintura y los plásticos⁴. El PG se ha usado mucho durante décadas como disolvente para un gran número

Tabla 2. Efectos de la nicotina en la salud

<p>ADICCIÓN Actúa en los receptores nicotínicos, que serán los que producirán la adaptabilidad neurobiológica y, por lo tanto, generarán el fenómeno de tolerancia y el síndrome de abstinencia. La nicotina sintética, que contienen muchos e-líquidos, puede ser aún más adictiva que la nicotina de origen vegetal y sus metabolitos</p>
<p>DESARROLLO CEREBRAL La exposición a la nicotina durante la adolescencia puede dañar el cerebro en desarrollo</p>
<p>EMBARAZO Y LACTANCIA La nicotina puede atravesar la placenta de las embarazadas y tiene efectos conocidos sobre el desarrollo fetal y posnatal. Aumenta la probabilidad de que los lactantes desarrollen síndrome de muerte súbita y de que alteren el cuerpo calloso del cerebro (que puede conducir a déficits motores y sensoriales y, en última instancia, a retraso en el desarrollo)</p>
<p>CRECIMIENTO DE TUMORES La nicotina no es una causa directa de cáncer. Sin embargo, reduce la apoptosis y aumenta la angiogénesis. Por lo tanto, junto con otros tóxicos, puede ser un potenciador del crecimiento de los tumores una vez que estos aparecen</p>
<p>ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR La nicotina puede provocar un incremento de la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el flujo de sangre al corazón y un estrechamiento de las arterias. La nicotina también puede contribuir al endurecimiento de las paredes arteriales. Todo ello, a su vez, puede contribuir al desarrollo de enfermedades cardiovasculares</p>

Modificada de: Champan S. Public Health Tobacco Advocacy and Tobacco Control. Nueva Jersey (Estados Unidos) Wiley-Blackwell; 2007.

mero de fármacos intravenosos y en algunas preparaciones orales como los jarabes para la tos. El PG y otros componentes de los e-cigs son seguros para la ingestión, pero no necesariamente para la inhalación. El PG puede existir en el aire en forma de aerosol, pero debe calentarse o agitarse energicamente para producir una niebla. El PG también se usa para crear humo o niebla artificial en conciertos musicales y en producciones teatrales. Se ha descrito que es causa de asma infantil y de otros problemas respiratorios⁵.

3. Carbonilos

Los compuestos carbonílicos como el formaldehído, acetaldehído, acroleína y el glioxal, que se han encontrado en los aerosoles de los e-cigs, son potencialmente peligrosos y pueden inducir diversos efectos sobre la salud de las personas usuarias. Es importante evaluar los efectos de los e-cigs sobre la salud cuando el líquido se calienta y se convierte en aerosol; en tales condiciones, las reacciones químicas pueden dar lugar a la formación de nuevos compuestos. Por ejemplo, aunque los líquidos de recarga pueden contener compuestos carbonílicos como aldehídos reactivos, el calentamiento puede aumentar las concentraciones de estos compuestos en el aerosol. Varios estudios han demostrado que los e-cigs emiten compuestos carbonílicos tóxicos, generados a partir de la descomposición térmica de los ingredientes del líquido. El formaldehído está clasificado como carcinógeno humano (Grupo 1) por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés), y el acetaldehído está clasificado como posible carcinógeno para los humanos (Grupo 2B)⁶. El glicidol es un probable carcinógeno y la acroleína causa irritación de la cavidad nasal y

daña el revestimiento de los pulmones. Actualmente no se conoce bien cómo se comportan los agentes liberadores de formaldehído (hemiacetales) en el tracto respiratorio. El glioxal y el metilglioxal muestran mutagenicidad. La cantidad de compuestos carbonílicos en los e-cigs varió de manera significativa entre las diferentes marcas y, también, entre las diferentes muestras de los mismos productos. Aunque, en la mayoría de los casos, los niveles detectados de compuestos carbonílicos fueron inferiores a los del humo de cigarrillos de tabaco combustible, también se han detectado niveles altos de formaldehído en los aerosoles de los e-cigs⁵.

4. Metales pesados

Los metales pesados se encuentran en los e-cigs a veces en cantidades muy superiores a los del cigarrillo convencional debido a que el sistema de calentamiento del líquido incluye componentes metálicos. Estos componentes suelen ser cromo, litio, plomo, níquel, cadmio, aluminio, etc. En algún caso se ha encontrado arsénico. La cantidad de metales pesados analizada en un e-cig puede multiplicar por 100 la que se detecta en un cigarrillo de combustión⁷. Los metales que contienen los e-cigs aumentan el riesgo cardiovascular⁸. El cromo causa irritación e inflamación de la mucosa nasal y del árbol bronquial. El cadmio también es irritante e incrementa el riesgo de cáncer de pulmón. El plomo es causa conocida de daño renal, hipertensión y daños en el sistema nervioso central (SNC). El níquel produce daños pulmonares, renales, pulmonares y del SNC. Todos los metales pesados son cancerígenos⁹.

5. Nitrosaminas

Las nitrosaminas se suelen encontrar en cualquier producto con procesado industrial, incluso en medicamentos. También se han hallado tanto en el líquido como en el aerosol del e-cig después del calentamiento. Las cantidades son muy variables, pero al ser un carcinógeno del Grupo A no existe un umbral de seguridad en un producto del que un consumidor medio puede inhalar 65.000 veces en un año. Algunos estudios han detectado niveles variables de N-nitrosornicotina (NNN) de 0,8-4,2 ng y de metil-nitrosamina (NNK) de 1,1-28,3 ng por 150 *puffs*¹⁰. Aunque no se puede comparar la vía inhalada con la vía oral, se han retirado temporalmente varios fármacos por contener nitrosaminas (metformina, quinapril, ranitida, dabigatran, sitagliptina bupropión, vareniclina, etc.), por lo que han tenido que revisar sus procedimientos de fabricación. Extrañamente, los productos de tabaco y derivados no se atienen a estos controles a pesar de consumirse por vía inhalada, más directa que la vía digestiva.

6. Partículas PM 2.5

Las partículas finas de menos de 2,5 micras se encuentran en el aerosol del e-cig en concentraciones menores que en un cigarrillo convencional, pero mucho mayores que lo que aconsejan los estándares de calidad del aire ambiental¹¹. En algún caso, pueden superar los 500 µg/m³, lo que equivale a 50 veces el límite de exposición recomendado. Hay evidencia de que la exposición habitual a estas macropartículas aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y de cáncer. La toxicidad vascular es similar a la del cigarrillo de combustión. Se ha informado de que el depósito vascular de estas partículas es del 20-27% y resulta similar al 25-35% de

los cigarrillos de combustión¹². La exposición a estos aerosoles de las personas que no vapean debe considerarse un problema potencial de salud pública que ha de regularse en todos los espacios públicos cerrados, como ya se ha hecho en aeronaves y edificios públicos. En la tabla 3 se presenta un resumen de los compuestos no nicotínicos del e-cig.

7. Aromatizantes

Existen unos 20.000 aromas en 16 categorías de líquidos electrónicos disponibles para las personas usuarias de e-cigs y, sin embargo, no se sabe mucho sobre ellos, ya que hay pocos estudios que examinen la exposición a los saborizantes¹³. Además, los componentes saborizantes a menudo no se incluyen en las listas de ingredientes de los productos de e-cigs. Por ejemplo, un estudio de 54 líquidos para e-cigs encontró que muchos productos estaban etiquetados con «sabores naturales o artificiales», y solo cuatro muestras enumeraban sustancias saborizantes específicas. Si bien muchos sabores son seguros como aditivos en productos alimenticios, en sus niveles de uso previsto, estos químicos pueden ser dañinos cuando se inhalan, ya que dichos ingredientes no se prueban para determinar su seguridad en relación con otras vías de exposición que no sean la ingestión. El 83% de las personas que vapean aluden a los sabores como la razón principal de su conducta, pero ignoran

Tabla 3. Componentes no nicotínicos del cigarrillo electrónico

TIPO DE SUSTANCIA	CONTENIDOS	OBSERVACIONES
Humectantes (Compuestos orgánicos volátiles)	Propilenglicol Etilenglicol Glicerina vegetal	- El propilenglicol es irritante de mucosas y causa de asma infantil - El etilenglicol es irritante respiratorio - La glicerina puede causar neumonía lipoi-dea
Carbonilos (Aldehídos o disolventes)	Acetaldehído, formaldehído, acroleína glioxal	Efecto carcinógeno e irritante bronquial y vascular
Carcinógenos	Nitrosaminas	Carcinógeno directo
Partículas	Partículas PM 2.5	Toxicidad respiratoria y vascular (depósito vascular 20-27% similar a cigarrillo de combustión) Efecto carcinógeno
Metales pesados	Níquel, cromo, cadmio, plomo, mercurio	Carcinógenos directos Un cigarrillo electrónico presenta 2-100 veces más cantidad de estos metales que en un cigarrillo convencional
Saborizantes	Múltiples sabores de origen químico que enmascaran el verdadero carácter del producto	Atraen a la población menor de edad y a las personas que se inician en el consumo de tabaco. Modifican absorción de nicotina

PM 2.5: partículas finas de menos de 2,5 micras.

que la autorización de estos productos químicos como aditivos alimentarios no es extensible a su uso como producto inhalado^{14,15}. Por ejemplo, los sacaridos, que se usan para elaborar sabores dulces de líquidos electrónicos que pueden resultar atractivos para la población infantil, se degradan y producen furanos y aldehídos cuando se calientan. Los aldehídos pueden causar irritación en las vías respiratorias¹⁶. Un estudio de 28 líquidos identificó más de 140 componentes aromatizantes volátiles en concentraciones que variaban del 1 al 5% (10-50 mg/ml) y detectó la formación de aldehídos¹⁷. Otro estudio que probó múltiples sabores en dos marcas de cigarrillos de un solo uso encontró una concentración similar de sustancias químicas aromatizantes e identificó aldehídos como la vainillina y la etilvainillina. También se han medido otros componentes químicos aromatizantes en los líquidos para e-cigs. Por ejemplo, se identificaron pulegona y eucaliptol en e-cigs con sabor a mentol¹⁸. Aunque se sabe poco sobre el papel del mentol en los e-cigs, en estudios empíricos se evidenció que aumenta los efectos de refuerzo de la nicotina en la conducta de fumar tabaco. En fumadores de mentol, se observó una mayor exposición a la nicotina y a la materia particulada (alquitrán) del cigarrillo fumado, lo que puede resultar en una mayor dependencia de la nicotina y una mayor probabilidad de enfermedad atribuible al tabaco¹⁹. Otro saborizante común es el benzaldehído, que recuerda el sabor de la cereza. Las dosis inhaladas con 30 caladas de e-cigs con sabor fueron a menudo más altas que las dosis inhaladas de un cigarrillo de tabaco combustible. En un estudio se observó que el sabor a cereza se asociaba a picos de absorción de nicotina del e-cig similares al cigarrillo de combustión, picos incluso más altos que los que se observaron con el mentol²⁰. Los sabores frutales son los más atractivos entre la población menor de edad que se inician en la consumición. Un 76% de líquidos de los e-cigs analizados en un estudio contenían diacetilo, que se usa para dar un aroma mantecoso al e-cig²¹. Este producto está relacionado con bronquiolititis obliterante en humanos. En la tabla 4 se presenta un resumen de los saborizantes que afectan a las vías respiratorias o que tienen toxicidad probada, y en la tabla 5 se resumen los aspectos clave de los aromatizantes.

CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS Y SALUD

Existe abundante literatura y revisiones sistemáticas sobre la estimación de riesgos con los e-cigs²²⁻²⁴. La distinta concentración de tóxicos respecto al cigarrillo no significa menos riesgo a medio y largo plazo²⁵. Los efectos adictivos y las consecuencias respiratorias y cardiovasculares a corto plazo pueden ser similares a las que producen los cigarrillos de combustión^{26,27}. El aerosol afecta al epitelio nasal y bronquial, causa toxicidad celular, altera proteasas, la función de los macrófagos, la inmunidad y la movilidad ciliar²⁸⁻³⁰. Se han asociado a incremento del riesgo de infarto de miocardio, ictus, asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedad metabólica y patología oral con riesgos similares a los del cigarrillo convencional³¹. Estos efectos no solo son agudos, sino que también se han descrito efectos crónicos de los e-cigs³². Los efectos en la cavidad oral, incluido el cáncer, están también descritos³³. La publicidad de estos productos indica que tienen un 95% menos de riesgo que el cigarrillo convencional, sin embargo, revisiones recientes concluyen que, aunque los e-cigs presentan una morbilidad un 20% menor que los cigarrillos convencionales, el habitual consumo dual la incrementa cerca de un 30%³⁴. Otros casos

se relacionaron con reacciones orales, cardiovasculares, inmunológicas, hematológicas, alérgicas, complicaciones infantiles y alteración de los niveles de medicación. Un metanálisis de 23 estudios en mujeres que habían usado exclusivamente vapeo durante el embarazo reveló que tenían un 53% más de probabilidades de desarrollar problemas de salud, en particular una disminución de la lactancia materna y una prevalencia reducida de atención prenatal adecuada. El vapeo prenatal también se asoció con una probabilidad de parto prematuro y bajo peso del bebé para la edad gestacional³⁵.

El efecto carcinógeno se está investigando, pero sabemos que el aerosol del e-cig modifica el ADN. También hay indicios en modelos experimentales (ratones) y evidencia poblacional en humanos de la relación entre vapeo y cáncer de pulmón³⁶. No existe suficiente evidencia en la relación entre consumo de e-cigs y cáncer en humanos, pero es creciente la literatura que sugiere que puede haber esta relación a largo plazo³⁷.

Los efectos en la contaminación ambiental en espacios interiores no son muy diferentes a los del humo de tabaco^{38,39}. Por otra parte, se han descrito lesiones y quemaduras provocadas por estos dispositivos^{40,41}. Un informe del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, llevado a cabo con 253 casos, reveló que un 53% eran lesiones traumáticas por explosión o autocombustión de e-cigs; un 24%, problemas respiratorios por explosión accidental, y un 12%, intoxicaciones⁴².

Una falsa premisa para proponer el uso de estos productos es la supuesta existencia de un «núcleo duro» de fumadores que no pueden dejar de fumar o que han fracasado con otros métodos. Sin embargo, el control del tabaco reduce la prevalencia del tabaquismo y fomenta una población fumadora más susceptible a intervenciones basadas en la evidencia.

Sobre la base del peso de la evidencia disponible, la «hipótesis del núcleo duro» debería descartarse⁴³. Una revisión Cochrane revela una calidad de la evidencia muy endeble y preocupantes conflictos de interés. De los 50 trabajos seleccionados para la revisión sistemática, al menos 15 de sus autores tenían COI⁴⁴. La realidad es que, frecuentemente, conducen a una dependencia permanente de la nicotina y dificultan su abandono completo. Si nos referimos al conjunto de trabajos sobre los e-cigs, se observa que el 36,7% de los trabajos favorables a los e-cigs tienen COI, mientras que en los no favorables los COI se detectan solo en el 5,4%. Los trabajos con COI tienen más del doble de probabilidades de concluir la utilidad de estos dispositivos en la cesación tabáquica⁴⁵. Algunos autores/autoras sugieren que dejen de comercializarse como productos recreativos y se sometan a los controles que tienen los productos farmacéuticos si quieren presentar como alternativa de cesación. La gran mayoría de las sociedades científicas internacionales desaconsejan los dispositivos susceptibles de liberación de nicotina para la cesación. Es una prueba evidente de que no se está promocionando la sustitución, sino la adición de productos. En Estados Unidos, el consumo dual afecta a un 93% de las personas que vapean; en Francia, al 83%; en Nueva Zelanda, al 63%, y en el Reino Unido, a alrededor del 60%⁴⁶.

Tabla 4. Irritantes respiratorios y toxicidad por inhalación en los saborizantes de cigarrillos electrónicos

GRUPO QUÍMICO	SABORIZANTE QUÍMICO	TIPO DE SABOR	EMULACIÓN DE SABORES	IRRITANTE RESPIRATORIO	TÓXICO INHALADO
Alcoholes	Timolol	Herbáceo	Herbáceo, tomillo	Sí	ND
	Eugenol	Picante	Dulce, picante, clavo leñoso	Sí	ND
Aldehídos	Benzaldehído	Frutal	Almendra, frutal nuez	Sí	Sí (ratones)
	Cinamaldehído e-Vanilin	Picante Vainilla	Dulce, picante Vainilla, chocolate canela, crema	Sí	Sí (humanos)
Cetonas	Diacetil Acetil-propiónico	Mantequilla	Dulce, crema Mantequilla Caramelo tostado	Sí	Sí (humanos) Bronquiolitis obliterante
Heterociclos	Ácido furfúrico	Panificado	Bizcocho, brioche nuez, caramelo	Sí	Sí (humanos)
	Ácido metilfurfúrico	Carmelo	Carmelo. Dulce, bizcocho Café	Sí	ND
	Maltol	Caramelo	Carmelo, Dulce Mermelada, algodón de azúcar	Sí	ND
Nitrogenados	Acetilpirazina	Palomitas	Patatas chips Palomitas Rustido	Sí	ND
	Trimetilpirazina	Nueces	Nueces Cacao Patata Rancio	Sí	ND
	Acetilpirrol	Palomitas	Nuez Cacao en polvo Patata	Sí	ND
Sulfurosos	Isobutiltiazol	Vegetal	Vegetal Tomate	Sí	ND
Mercaptanos	Furfuril mercaptano	Café	Café tostado	Sí	ND
Sulfitos	Dimetil sulfito	Sulfuroso	Sulfuroso Cremoso Tomate Vieira Frutos rojos	Sí	Sí (ratones)
Sabores sintéticos	Etil vainilla	Vainilla	Dulce Cremoso Vainilla Caramelo	Sí	ND

ND: no datos.

Modificada de: Eaton DL, Kwan LY, Stratton K (ed.). Washington (DC): National Academies Press (US); 2018. PMID: 29894118.

Tabla 5. Aspectos claves de los saborizantes

El 83% de los individuos que vapean aluden a los sabores como la razón principal de su conducta
Los saborizantes pueden modificar la absorción de nicotina y contribuir a la adicción
Solo el 8% de los líquidos para cigarrillos electrónicos informan de sustancias saborizantes específicas
Un estudio de 28 líquidos electrónicos identificó más de 140 componentes aromatizantes volátiles
Al menos el 48% de los aromatizantes están considerados irritantes respiratorios
Al menos el 20% de los aromatizantes son tóxicos por vía inhalada en mamíferos

Modificada de: Eaton DL, Kwan LY, Stratton K (ed.). Washington (DC): National Academies Press (US); 2018. PMID: 29894118.

EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS

Como se ha analizado previamente, no parece que los e-cigs aporten nada positivo a la salud de la población y, además, provocan efectos adversos en el medio ambiente que, a su vez, pueden tener efectos nocivos para la salud humana. Aunque ningún estudio ha evaluado formalmente los impactos ambientales del ciclo de vida de los e-cigs, se puede señalar que el daño se establece en múltiples niveles: producción, consumo y eliminación⁴⁷. Además de los componentes químicos que se han descrito, presentan componentes electrónicos como baterías de alimentación y resistencias para el calentamiento del líquido.

La gestión de los residuos de e-cigs está generando una creciente preocupación porque se consumen y desechan mucho más rápido que dispositivos electrónicos tradicionales, que ya suponen para el planeta una gran carga, con una estimación de 2017 que sugirió que se desechan hasta 45.000 millones de kilos de desechos electrónicos anualmente. No existen muchos estudios sobre la prevalencia de desechos de e-cigs en el medio ambiente. Los líquidos, además de nicotina, contienen diversos aditivos saborizantes, muchos de los cuales son tóxicos o tienen toxicidades sospechadas o desconocidas. Debido a que los cartuchos de líquido de e-cigs pueden contener altas concentraciones de nicotina residual, de toxicidad conocida y desconocida, y aditivos aromatizantes como aldehídos, tirarlos a la basura supone un riesgo importante de contaminación. Las concentraciones ambientalmente relevantes de nicotina perjudican a organismos acuáticos, lo que pone en peligro la dinámica de la población y las interacciones de la red alimentaria. Aunque el nivel de tóxicos de los vapores de e-cigs puede ser menor que el de los cigarrillos convencionales por ausencia de combustión, son fuentes importantes de contaminación atmosférica por aldehídos, monóxido de carbono, material particulado (PM), compuestos orgánicos volátiles, metales pesados y nicotina. En comparación con el humo de los cigarrillos convencionales, se observó que la cantidad de PM y metales pesados emitida por el vapor de los e-cigs era similar o mayor. Según los Convenios de Basilea, Róterdam y Estocolmo, la presencia de materiales tóxicos, como

mercurio, plomo o retardantes de llama bromados, justifica su clasificación como residuos electrónicos peligrosos⁴⁸.

Si bien los e-cigs pueden tener componentes recargables, reemplazables o rellenables, muchos de los e-cigs más populares son dispositivos basados en cápsulas con cartuchos de plástico de un solo uso. Asimismo, como los residuos de los vapeadores contienen residuos electrónicos y peligrosos, actualmente no hay forma legal de reciclar los e-cigs desechables. Además, disponemos de datos que indican que, a medida que las baterías de los e-cigs se degradan, sus compuestos tóxicos se filtran de manera progresiva en el medio ambiente; y cuando se tiran en los contenedores de basura, plantean un riesgo de explosión e incendio en las instalaciones o camiones de residuos y reciclajes⁴⁹. Los dispositivos desechables se están popularizando en nuestro país debido a su bajo coste y a la excepción que tienen sobre las restricciones de saborizantes. Por otro lado, los e-cigs también pueden ser fuente de contaminación por metales por descomposición de sus componentes o por los e-líquidos contaminados. El aluminio, bario, cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo, níquel, plata, estaño y zinc son comunes en los componentes de los e-cigs. Pueden contaminar el medio ambiente por lixiviación (extracción de sustancias de sus componentes sólidos al estar en contacto con líquidos) o por su filtración a los e-líquidos, donde se han detectado niveles de metales tóxicos que aumentan tras el uso del cigarrillo⁵⁰. Al igual que las cápsulas de café en la última década, la industria del vapeo podría convertirse en la próxima crisis medioambiental en términos de contaminación por plásticos⁵¹.

Los e-cigs y sus componentes generan distintos tipos de residuos: de riesgo biológico, plásticos y residuos electrónicos, que pueden filtrar contaminantes al agua, el aire y el suelo, y en algunos casos bioacumularse en plantas y animales, planteando riesgos de exposición adicionales para los humanos que los consumen. Por último, cabe señalar que la gestión de residuos electrónicos en Occidente o los países de alta renta pasa en su mayoría por enviar dichos residuos a países de renta media y baja, trasladándose así los riesgos a entornos con menos recursos y capacidad para mitigar y abordar el problema. Esto revela, una vez más, en el contexto de la crisis climática actual, una cuestión de justicia más profunda, en la que se exacerban las inequidades en salud a nivel global. La única alternativa razonable debería ser la prohibición de los dispositivos desechables y establecimiento de un sistema de reciclaje de los dispositivos rellenables en los puntos de venta (tabla 6).

Tabla 6. Problemas de reciclado de los cigarrillos electrónicos

- No parece que los cigarrillos electrónicos aporte nada positivo a la salud y, además, provocan efectos adversos en el medio ambiente
- La mayoría de los cigarrillos electrónicos más populares son dispositivos basados en cápsulas con cartuchos de plástico de un solo uso (*pod mods*)
- Los cigarrillos electrónicos y sus componentes generan distintos tipos de residuos: de riesgo biológico, plásticos y electrónicos
- Los cigarrillos electrónicos pueden ser fuente de contaminación por metales por descomposición de sus componentes
- Los cigarrillos electrónicos usados se consideran residuos electrónicos peligrosos
- La única alternativa razonable para los cigarrillos electrónicos desechables es su prohibición

BIBLIOGRAFÍA

1. Documento de Consenso del CNPT sobre Dispositivos Susceptibles de Liberar Nicotina. [Internet]. Cnpt.es. [consultado: 15 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://cnpt.es/assets/docs/cnpt-consenso-ecigar-2020.pdf>
2. Vij K. Textbook of forensic medicine & toxicology: Principles & practice - E-book. 5th ed. New Delhi, India: Elsevier; 2014. p. 525.
3. American Psychiatric Association. DSM-5: manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2014.
4. Travis N, Knoll M, Cook S, Oh H, Cadham CJ, Sánchez-Romero LM, et al. Chemical profiles and toxicity of electronic cigarettes: An umbrella review and methodological considerations. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet]. 2023;20(3):1908. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20031908>
5. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Health and Medicine Division, Board on Population Health and Public Health Practice, Committee on the Review of the Health Effects of Electronic Nicotine Delivery Systems. *Public Health Consequences of E-cigarettes*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2018. PMID: 29894118.
6. Bekki K, Uchiyama S, Ohta K, Inaba Y, Nakagome H, Kunugita N. Carbonyl compounds generated from electronic cigarettes. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet]. 2014;11(11):11192-200. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph11111192>
7. Grana R, Benowitz N, Glantz SA. E-cigarettes: a scientific review: A scientific review. *Circulation* [Internet]. 2014;129(19):1972-86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.007667>
8. Navas-Acien A, Martínez-Morata I, Hilpert M, Rule A, Shimbo D, Loiacono NJ. Early Cardiovascular Risk in E-cigarette Users: The Potential Role of Metals. *Curr Environ Health Rep*. [Internet]. 2020;7:353-61. Disponible en: [s40572-020-00297](http://dx.doi.org/10.1007/s40572-020-00297)
9. Qasim H, Karim ZA, Rivera JO, Khasawneh FT, Alshbool FZ. Impact of electronic cigarettes on the cardiovascular system. *J Am Heart Assoc*. [Internet]. 2017;6(9). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/JAHA.117.006353>
10. Goniewicz ML, Knysak J, Gawron M, Kosmider L, Sobczak A, Kurek J, et al. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tob Control*. [Internet]. 2014;23(2):133-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2012-050859>
11. Fernández E, Ballbè M, Sureda X, Fu M, Saltó E, Martínez-Sánchez JM. Particulate matter from electronic cigarettes and conventional cigarettes: A systematic review and observational study. *Curr Environ Health Rep*. [Internet]. 2015;2(4):423-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40572-015-0072-x>
12. Nguyen R, Ruedisueli I, Lakhani K, Ma J, Middlekauff HR. Acute cardiovascular effects of 4th generation electronic cigarettes and combusted cigarettes: implications for harm reduction. *J Appl Physiol*. [Internet]. 2024;136(2):440-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00067.2023>
13. Havermans A, Krüsemann EJZ, Pennings J, De Graaf K, Boesveldt S, Talhout R. Nearly 20 000 e-liquids and 250 unique flavour descriptions: an overview of the Dutch market based on information from manufacturers. *Tob Control*. 2021 Jan;30(1):57-62. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2019-055303.
14. Chapman S. Quit smoking weapons of mass distraction [Internet]. Com.au. [citado el 13 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://open.sydneyuniversitypress.com.au/9781743328538.html>
15. Bernat JK, Jackson KJ, Krüsemann EJZ, Boesveldt S, Rudy SF, Talhout R. Sensory methods to evaluate perception of flavours in tobacco and other nicotine-containing products: a review. *Tob Control*. [Internet]. 2023;32(e1):e95-102. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2021-056681>
16. Tierney PA, Karpinski CD, Brown JE, Luo W, Pankow JF. Flavour chemicals in electronic cigarette fluids. *Tob Control*. [Internet]. 2016;25(e1):e10-5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2014-052175>
17. Hutzler C, Paschke M, Kruschinski S, Henkler F, Hahn J, Luch A. Chemical hazards present in liquids and vapors of electronic cigarettes. *Arch Toxicol*. [Internet]. 2014;88(7):1295-308. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00204-014-1294-7>
18. Lisko JG, Tran H, Stanfill SB, Blount BC, Watson CH. Chemical composition and evaluation of nicotine, tobacco alkaloids, pH, and selected flavors in E-cigarette cartridges and refill solutions. *Nicotine Tob Res*. [Internet]. 2015;17(10):1270-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ntr/ntu279>
19. Garten S, Falkner RV. Role of mentholated cigarettes in increased nicotine dependence and greater risk of tobacco-attributable disease. *Prev Med*. [Internet]. 2004;38(6):793-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2004.01.019>
20. Voos N, Smith D, Kaiser L, Mahoney MC, Bradizza CM, Kozlowski LT, et al. Effect of e-cigarette flavors on nicotine delivery and puffing topography: results from a randomized clinical trial of daily smokers. *Psychopharmacology (Berl)*. [Internet]. 2020;237(2):491-502. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00213-019-05386-x>
21. White AV, Wambui DW, Pokhrel LR. Risk assessment of inhaled diacetyl from electronic cigarette use among teens and adults. *Sci Total Environ*. [Internet]. 2021;772(145486):145486. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145486>
22. Zulkifli A, Abidin EZ, Abidin NZ, Amer Nordin AS, Praveena SM, Syed Ismail SN, et al. Electronic cigarettes: a systematic review of available studies on health risk assessment. *Rev Environ Health*. [Internet]. 2018;33(1):43-52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1515/reveh-2015-0075>
23. Amato L, Cruciani F, Solimini R, Barca A, Pacifici R, Davoli M. Effects of electronic cigarettes on health: a systematic review of the available evidence. *Recenti Prog Med* [Internet]. 2020;111(1):30-43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1701/3294.32651>
24. Hamann SL, Kungskulniti N, Charoencan N, Kasemsup V, Ruangkanhanasetr S, Jongkhajornpong P. Electronic cigarette harms: Aggregate evidence shows damage to biological systems. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet]. 2023;20(19):6808. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20196808>
25. Travis N, Knoll M, Cadham CJ, Cook S, Warner KE, Fleischer NL, et al. Health effects of electronic cigarettes: An umbrella review and methodological considerations. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet]. 2022;19(15):9054. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19159054>
26. Tao X, Zhang J, Meng Q, Chu J, Zhao R, Liu Y, et al. The potential health effects associated with electronic-cigarette. *Environ Res*. [Internet]. 2024;245(118056):118056. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2023.118056>
27. Zhang G, Wang Z, Zhang K, Hou R, Xing C, Yu Q, et al. Safety assessment of electronic cigarettes and their relationship with cardiovascular disease. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet]. 2018;15(1):75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15010075>
28. Gotts JE, Jordt S-E, McConnell R, Tarran R. What are the respiratory effects of e-cigarettes? *BMJ*. [Internet]. 2019;366:15275. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.15275>
29. Effah F, Taiwo B, Baines D, Bailey A, Marczylo T. Pulmonary effects of e-liquid flavors: a systematic review. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. [Internet]. 2022;25(7):343-71. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10937404.2022.2124563>
30. Han SG, Sillé FC, Mihalic JN, Rule AM. The relationship between the use of electronic nicotine delivery systems (ENDS) and effects on pulmonary immuneresponses-a literature review. *Environ Res*. [Internet]. 2023;221. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2023.115234>
31. Tarran R, Barr RG, Benowitz NL, Bhatnagar A, Chu HW, Dalton P, et al. E-cigarettes and cardiopulmonary health. *Function (Oxf)*. [Internet]. 2021;2(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/function/zqab004>
32. Wasfi RA, Bang F, De Groh M, Champagne A, Han A, Lang JJ, et al. Chronic health effects associated with electronic cigarette use: A systematic review. *Front Public Health*. [Internet]. 2022; 10:959622. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2022.959622>
33. Ralho A, Coelho A, Ribeiro M, Paula A, Amaro I, Sousa J, et al. Effects of electronic cigarettes on oral cavity: A systematic review. *J Evid Based Dent Pract* [Internet]. 2019;19(4):101318. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jebdp.2019.04.002>
34. Glantz SA, Nguyen N, Oliveira da Silva AL. Population-based disease odds for E-cigarettes and dual use versus cigarettes. *NEJM Evid*. [Internet]. 2024;3(3):EVIDDoa2300229. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1056/EVIDDoa2300229>
35. Deprato A, Garud A, Azzolina D, Murgia N, Davenport MH, Kaul P, et al. Associations between vaping during pregnancy and perinatal outcomes: A systematic review and meta-analysis. *J Hazard Mater*. [Internet]. 2025;486(137028):137028. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.137028>
36. Wang Q, Jiang C, Hsu ML, Wisnivesky J, Dowlati A, Boffetta P, et al. E-cigarette use and lung cancer screening uptake. *JAMA Netw Open*. [Internet]. 2024;7(7):e2419648. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.19648>
37. Mravec B, Tibensky M, Horvathova L, Babal P. E-cigarettes and cancer risk. *Cancer Prev Res (Phila)*. [Internet]. 2020;13(2):137-44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-19-0346>
38. Marcham CL, Springston JP Jr. Electronic cigarettes in the indoor environment. *Rev Environ Health*. [Internet]. 2019;34(2):105-24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1515/reveh-2019-0012>
39. Li L, Lin Y, Xia T, Zhu Y. Effects of electronic cigarettes on indoor air quality and health. *Annu Rev Public Health*. [Internet]. 2020;41(1):363-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040119-094043>
40. Ahmed AR, Etchey B, Ahmed M. Explosions, burn injuries and adverse health effects of electronic nicotine delivery systems: A review of current regulations and future perspectives. *J Pharm Pharm Sci*. [Internet]. 2021;24:462-74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18433/jpps32242>
41. Arnaout A, Khashaba H, Dobbs T, Dewi F, Pope-Jones S, Sack A, et al. The Southwest UK Burns Network (SWUK) experience of electronic cigarette explosions and review of literature. *Burns*. [Internet]. 2017;43(4):e1-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.burns.2017.01.008>
42. Tzortzi A, Kapetanstratiki M, Evangelopoulou V, Behrakis P. A systematic literature review of E-cigarette-related illness and injury: Not just for the respirologist. *Int J En-*

- viron Res Public Health. [Internet]. 2020;17(7):2248. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17072248>
43. Harris M, Martin M, Yazidjoglou A, Ford L, Lucas RM, Newman E, et al. Smokers increasingly motivated and able to quit as smoking prevalence falls: Umbrella and systematic review of evidence relevant to the "hardening hypothesis," considering transcendence of manufactured doubt. *Nicotine Tob Res.* [Internet]. 2022;24(8):1321-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ntr/ntac055>
44. Descifrando la revisión Cochrane sobre cigarrillos electrónicos. [Internet]. Sedet.org. [citado el 13 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://sedet.org/descifrando-la-revision-cochrane-sobre-cigarrillos-electronicos>
45. Martínez C, Fu M, Galán I, Pérez-Ríos M, Martínez-Sánchez JM, López MJ, et al. Conflicts of interest in research on electronic cigarettes. *Tob Induc Dis.* [Internet]. 2018;16(june):28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18332/tid/90668>
46. Glantz SA, Bareham DW. E-cigarettes: Use, effects on smoking, risks, and policy implications. *Annu Rev Public Health.* [Internet]. 2018;39:215-35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-013757>
47. Chang H. Research gaps related to the environmental impacts of electronic cigarettes. *Tob Control.* [Internet]. 2014;23(suppl 2):ii54-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2013-051480>
48. Ngambo G, Hanna EG, Gannon J, Marcus H, Lomazzi M, Azari R. A scoping review on e-cigarette environmental impacts. *Tob Prev Cessat.* [Internet]. 2023;9:30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18332/tpc/172079>
49. Pourchez J, Mercier C, Forest V. From smoking to vaping: a new environmental threat? *Lancet Respir Med.* [Internet]. 2022;10(7):e63-4. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600\(22\)00187-4](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600(22)00187-4)
50. A review of environmental pollution from the use and disposal of cigarettes and electronic cigarettes: Contaminants, sources, and impacts. [Internet]. Who.int. [citado el 13 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://extranet.who.int/fctcapps/fctcapps/fctc/kh/alternativelivelihoods/e-library/review-environmental-pollution-use-and-disposal>
51. La OMS alerta sobre el impacto ambiental de la industria tabacalera. [Internet]. Who.int. [citado el 13 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/31-05-2022-who-raises-alarm-on-tobacco-industry-environmental-impact>