

MEDICIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CO₂ EMANADOS DE CIGARRILLOS CONVENCIONALES Y ELECTRÓNICOS

MEASUREMENT OF CO₂ CONCENTRATIONS FROM CONVENTIONAL AND ELECTRONIC CIGARETTES

Benjamín Muñoz • María Jesús Matus • Karla Echeverría • Francisco Canales
Benjamín Pacheco • Matías Pacheco
Profesora Guía: Karin González
Escuela Municipal Los Trigales • Temuco
blaukatzen@gmail.com

Resumen

El tabaquismo va en aumento a nivel mundial y en nuestro país la percepción del riesgo sigue siendo baja, pese a las campañas ministeriales. Analizar el humo del cigarrillo es importante ya que contiene sustancias tóxicas responsables de enfermedades. Se determinó la concentración de CO₂ (ppm), emanada de cigarrillos convencionales y electrónicos monitorizándolos con sensor durante 10 minutos. Se analizaron cinco variedades de cigarrillos convencionales: normal, light, mentol, click-on 1 y 2 clicks, incluyendo al cigarrillo electrónico descartable (e-hookah). El cigarrillo que más CO₂ emitió fue tipo normal (63.884 ppm, rango: 61.420), siguiéndolo el doble-click sabor uva (41.985 ppm, rango: 38.729), light (32.022 ppm, rango: 28.922), 1 click-mentol (29.206 ppm, rango: 26.076) y mentolado simple (20.872 ppm, rango: 17.938). El cigarrillo electrónico emitió 2664 ppm (rango: 1580). Esto confirma la hipótesis de que los cigarrillos convencionales, con filtro normal, emanan concentraciones mayores de CO₂ que otras variedades de cigarrillo, incluido el electrónico aunque este último supera el límite de confort.

Palabras claves: tabaquismo, CO₂, cigarrillos, e-hookah.

Abstract

Smoking is increasing worldwide and in our country the perception of risk remains low despite ministerial campaigns. Analyzing cigarette smoke is important as it contains toxic substances responsible for diseases. The concentration of CO₂ (ppm) emitted from conventional and electronic cigarettes was monitored with a sensor for 10 minutes. Five varieties of conventional cigarettes were analyzed: normal, light, menthol, click-on 1 and 2 clicks including the electronic disposable cigarette (e-hookah). The cigarette that produced the most CO₂ was normal type (63,884 ppm, range: 61,420), followed by double-click grape flavor (41,985 ppm, range: 38,729), light (32,022 ppm, range: 28,922), 1 click-menthol (29,206 ppm, Range: 26,076) and simple mentholate (20,872 ppm, range: 17,938). The electronic cigarette emitted 2664 ppm (range: 1580). This confirms the hypothesis that conventional cigarettes emanate higher concentrations of CO₂ than the electronic cigarette, although the latter exceeds the comfort limit.

Keywords: smoking, CO₂, cigarettes, e-hookah.



Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 63% de las muertes en todo el mundo se atribuyen a enfermedades crónicas, en donde el tabaquismo es uno de los principales factores de riesgo y más de 600.000 muertes ocurren entre personas no fumadoras, pero que sí están expuestas al humo de tabaco, lo que se considera como tabaquismo pasivo (OMS, 2016).

En Chile, el tabaquismo ha ido en aumento, pese a la incorporación de leyes antitabaco, y es que la evolución de la percepción del riesgo para el tabaco, entre los años 2000-2014, ha variado muy poco pese a las campañas ministeriales sobre los riesgos a la salud (SENDA, 2014).

En efecto, el XI Estudio Nacional de Drogas en Población General en Chile, elaborado por el Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol (SENDA), informó que, si bien los adultos fumadores entre 18 y 44 años bajaron entre 2012 y 2014, los adolescentes de 12 a 18 años pasaron de 6,4% a 8,4%. Es decir, en el período evaluado, casi 640 mil chilenos comenzaron a consumir tabaco. De ellos, 1 de cada 3 es adolescente o joven, entre 18 y 25 años. Además, se aprecia una tendencia al alza en mujeres desde el año 2012 (SENDA, 2014).

Pese al alza nacional, en la Región de la Araucanía, desde el año 2002 al 2014, ha disminuido la prevalencia diaria de consumo de tabaco de 23,6 a 16,2, aunque existe un rango etario que sí tiende al alza en las prevalencias diarias y mensual (entre los 45 y 60 años). Si bien la región tiende a la baja, esto no es significativo ($p < 0,05$) en comparación a la prevalencia del nivel país,

debido a la tendencia de otras regiones que van en aumento. Cabe señalar, que además en la Región de la Araucanía, la prevalencia diaria de consumo de otras sustancias que se asocian al tabaco, como alcohol, marihuana, cocaína y pasta base, ha ido en aumento (SENDA, 2014).

Actualmente, se considera al tabaquismo como una enfermedad y no como un hábito puesto que sus consecuencias son similares a los narcóticos (OMS, 2016), por lo que es muy importante la evaluación del humo de los cigarrillos, ya que constituye una de las principales causas del cáncer de pulmón y contribuye a otras enfermedades, como trastornos cardiovasculares, respiratorios y repercusiones en la cavidad oral, por nombrar las más vinculantes.

La acción fisiopatológica de los humos del cigarrillo sobre otros órganos, aparatos, sistemas y tejidos también es un problema crónico que requiere estudios a nivel celular más específicos. Un ejemplo de daño a nivel celular es cuando se altera la fibra que contiene la información genética o ADN. Hay muchas formas en las que el ADN del núcleo puede sufrir daños; una de las lesiones más graves son las roturas de la doble cadena, lo que puede producir una mutación. Si bien algunos componentes del humo de los cigarrillos, como el benzo[a]pireno (B[a]P), no son genotóxicos en sí, pueden ser metabolizados por enzimas específicas de un tejido, como los citocromos P450 (CYP), y transformarse en especies reactivas. Estos compuestos reciben el nombre de protóxicos (Jeggio y Loblrich, 2007).



El humo de los cigarrillos posee una mezcla compleja que consta de más de 5.600 compuestos identificados. Estudios sugieren que la mezcla íntegra contiene más de 150 sustancias tóxicas conocidas, incluyendo compuestos clasificados como “carcinógenos para los humanos” (Cunningham *et al.*, 2011). Las sustancias más comunes son la nicotina (que causa adicción), alquitrán, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), benceno, hidrocarburos aromáticos, nitrosaminas, metales pesados, entre otros (Perfetti y Rodgman, 2011).

El humo emanado de los cigarrillos libera la mayor cantidad de estos gases y cerca de la mitad de todas las partículas que se desprenden. Al ser sustancias que se presentan tanto en forma de partículas, como gas o vapor, son fácilmente incorporados al organismo mediante la respiración.

La respiración es un intercambio gaseoso, que puede ser de manera directa cuando las células dejan pasar oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂) directamente del medio ambiente a su organismo y viceversa. En una respiración indirecta, se distingue un intercambio de gases gracias a que en los glóbulos rojos existe la hemoglobina (Hb), un pigmento cuya misión es transportar casi todo el O₂ y la mayor parte del CO₂. Un correcto intercambio gaseoso permite correctos niveles de oxígeno celular, los que son controlados por el CO₂ alveolar y la respiración (Hernández, 2007).

Cuando se inhala CO₂ en vez de O₂, con el cigarrillo u otras fuentes, se altera este equilibrio, lo que puede generar radicales libres (oxidantes) debido a una respiración celular anaeróbica causada por la hipoxia celular. Las defensas hacia los antioxidantes del cuerpo humano también son reguladas por el CO₂ y la respiración (Abad y Guerrero, 1991).

Si bien el dióxido de carbono (CO₂) no es un contaminante grave, sí es un asfixiante simple, por el desplazamiento del oxígeno que genera en la hemoglobina del eritrocito, pero necesita de concentraciones elevadísimas para manifestar sus efectos. Cuando los niveles de CO₂ exceden de 800 a 1.000 ppm (partes por millón) en las áreas interiores, muchas personas comienzan a experimentar incomodidad, dolores de cabeza, cansancio y apatía general. Fumar en ambientes cerrados sin ventilación causa elevaciones de CO₂ aún mayores.

A diferencia del cigarrillo convencional, el cigarrillo electrónico es un sistema electrónico de liberación o no de nicotina. Estos dispositivos no tienen combustión de carbón; en su lugar se calienta eléctricamente un

líquido dulce que suele contener nicotina, para crear un aerosol que se inhala a continuación (OMS, 2015). Los que los comercializan defienden que tiene menos sustancias tóxicas que los cigarrillos comunes, tanto en sus fases de partículas como de vapor.

Debido a que en el establecimiento educacional la mayoría del equipo de trabajo tiene el hábito diario de fumar, este proyecto de investigación pretende sensibilizar sobre el desequilibrio respiratorio que conlleva inhalar concentraciones altas de CO₂. Para esto se monitoreó la concentración de CO₂, emanado de la ignición de cigarrillos convencionales en las variedades más comercializadas en Chile: normal, light, sabor mentolado y click-on (1 y 2 clicks) las que se compararon con el cigarrillo electrónico descartable (e-hookah), utilizando un “aparato fumador” de material reciclado y un sensor de CO₂ gaseoso (ppm). De este modo, se pretende confirmar la hipótesis de que los cigarrillos convencionales con filtro normal emanan concentraciones mayores de CO₂ gaseoso que las demás variedades de cigarrillos, incluido el electrónico, para responder al cuestionamiento ¿Es alta la concentración de CO₂ que inhala un fumador activo?

Hipótesis

Los cigarrillos convencionales, con filtro normal, emanan concentraciones mayores de CO₂ gaseoso que otras variedades de cigarrillos, incluido el electrónico.

Objetivo General:

Determinar la concentración de CO₂ gaseoso (ppm), emanado de cigarrillos convencionales en sus variedades normal, light, mentolado, click-on y cigarrillo electrónico.

Objetivos Específicos:

Monitorizar las concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm) emanadas ante la ignición de cigarrillos convencionales en sus variedades: normal, light, mentolado y click-on. Monitorizar las concentraciones de CO₂ (ppm) emanados durante el encendido del cigarrillo electrónico (e-hookah).

Métodos

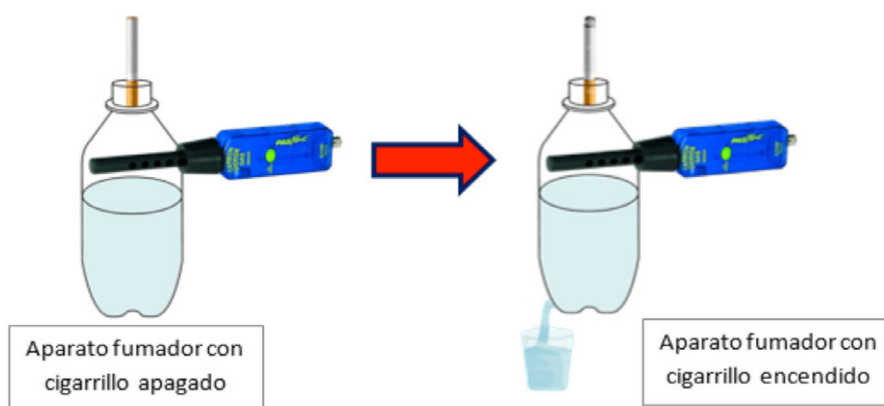
Este estudio es cuantitativo a nivel descriptivo y consta de dos etapas: teórica y práctica. La primera, consistió en una investigación bibliográfica sobre el contenido del humo del cigarrillo, las consecuencias para la salud y actualizaciones sobre el tabaquismo en Chile, entre otros.



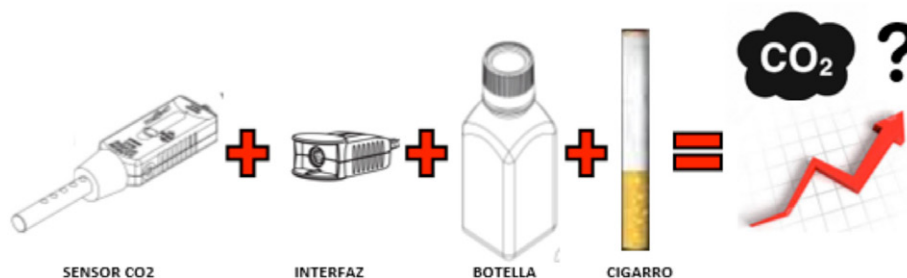
La parte experimental consistió en la monitorización de concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm) en cinco tipos de cigarrillos convencionales, tamaño King Size en sus variedades: normal, light, sabor mentol y click-on (1 click-mentol, 2 clicks-mentol/uva) y en cigarrillo electrónico descartable (e-hookah).

Para la combustión de los cigarrillos se fabricó un “aparato fumador” con material de plástico reciclado (botella plástica graduada con 1600 mL de agua), al que se le colocaba un cigarrillo adosado a la tapa (y fijado con anillo de goma para evitar filtración) y el sensor de CO₂ taponando un orificio en la parte superior de la botella. Otro orificio pequeño, en la parte

contralateral inferior, fue diseñado para la salida del agua. El encendido del cigarrillo se logró gracias al vaciado de la botella, lo que generaba succión, quedando el humo retenido dentro de ésta, para así continuar con la ignición mediante la salida forzada de aire (por el orificio de descarga del agua equivalente a 500 mL), seguido de un taponamiento de la botella para generar más succión y consumir el cigarrillo. Esta dinámica se reiteró simulando la acción inhalatoria hasta combustionar todo el cigarrillo, demorando en todos los casos 5 min. Este mismo diseño y método se empleó en la monitorización de CO₂, liberado del cigarrillo electrónico.



Para la monitorización de las concentraciones de CO₂, se empleó un sensor de CO₂ gaseoso que permite realizar comparaciones cualitativas, el que conectado a una interfaz PASCO® permitió registrar los valores computacionalmente, mediante un software SPARKvue.



Tras ensayar por triplicado con las cinco variedades de cigarrillos a estudiar y comprobar la reproductividad del ensayo, se estandarizó el monitoreo de la siguiente manera:





Previa aclimatación del sensor (5 min sin medición, evitando mover y exponerlo a radiación solar directa para evitar fluctuaciones), las variedades de cigarrillos fueron monitorizadas a una frecuencia de 1Hz, incluyendo: medición basal, encendido y combustión total del cigarrillo (5 min promedio), alzas de CO₂ acumulado tras la ignición (hasta completar la fase de meseta y comenzado el descenso); lo que se completó a los 10 min (600 seg) promedio.

De este modo en el protocolo se diferencia:

De 0 a 1:00 min: Se monitorean concentraciones basales de CO₂ (cigarrillo apagado).

De 1:01 a 6:00 min: Se monitorean concentraciones de CO₂ emanadas durante el encendido e ignición completa del cigarrillo.

De 6:01 a 10:00 min: Se continúa monitorizando concentraciones de CO₂ acumuladas en la botella tras la combustión.

Los valores de la medición fueron expresados en partes por millón (ppm). Todas las mediciones finales fueron realizadas en el mismo rango de horario (sin presencia de luz solar) y mecanizado por la misma persona.

Los materiales utilizados fueron:

- Guantes, mascarillas, gorros desechables, delantal.
- Botellas plásticas desechables
- Probeta graduada (200 mL), Agua
- Cigarrillos convencionales, tamaño King size, variedades: normal, light, sabor mentolado, click-on (de 1 y 2 clicks)
- Cigarrillo electrónico descartable (e-hookah)

Instrumento de medición:

- Carbon Dioxide Gas Sensor (Sensor de CO₂ gaseoso)
- Interfaz PASCO (USB)
- Software SPARKvue®

Resultados y Discusión

Resultados:
Monitoreo de concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm) emanados de cigarrillos convencionales y electrónico.

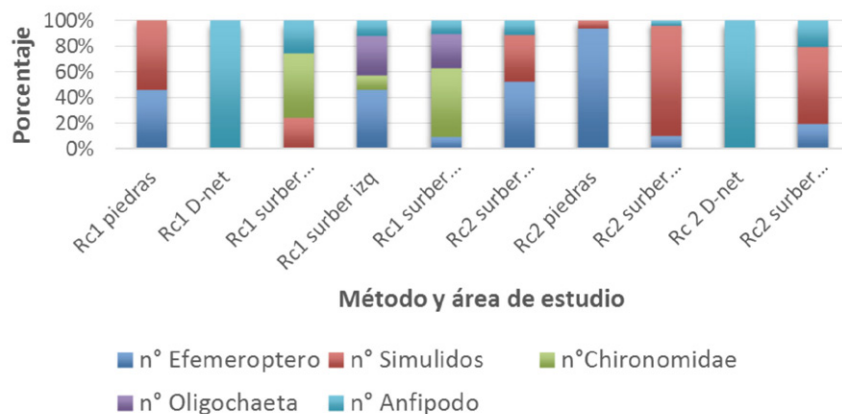


Figura 1. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad "Normal" en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.



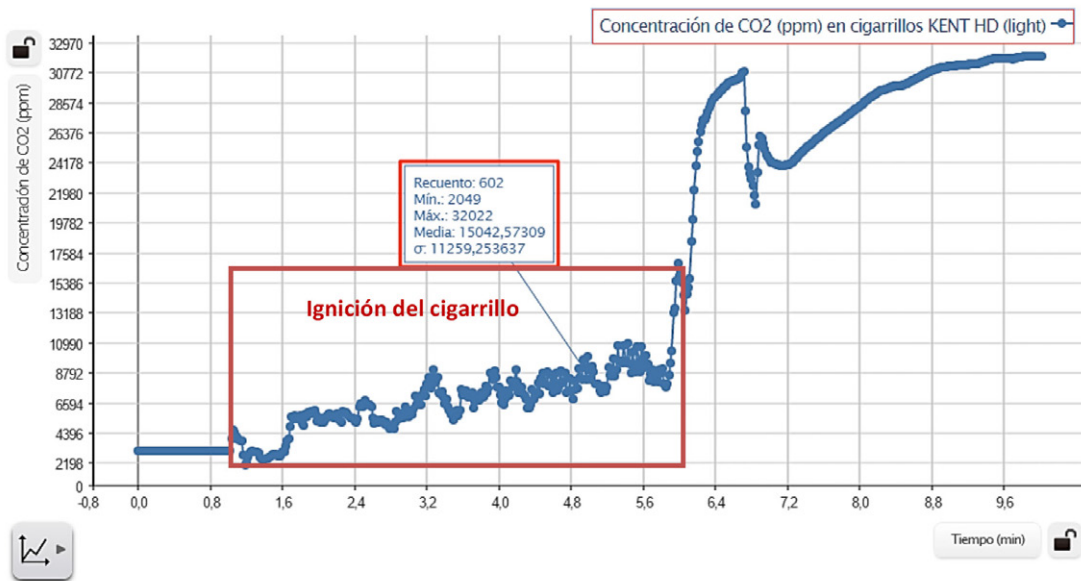


Figura 2. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Light” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.

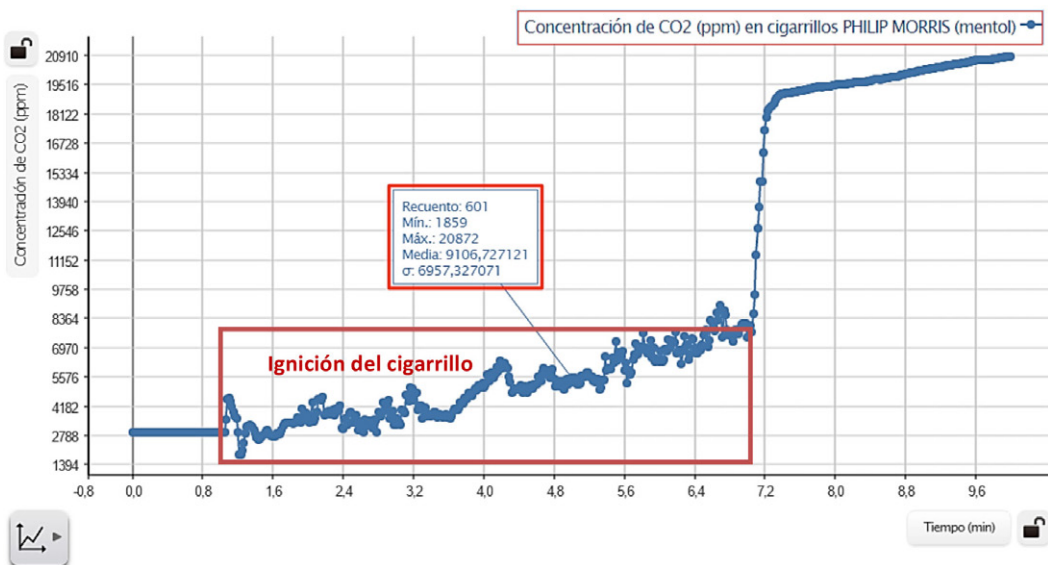


Figura 3. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Mentol” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.



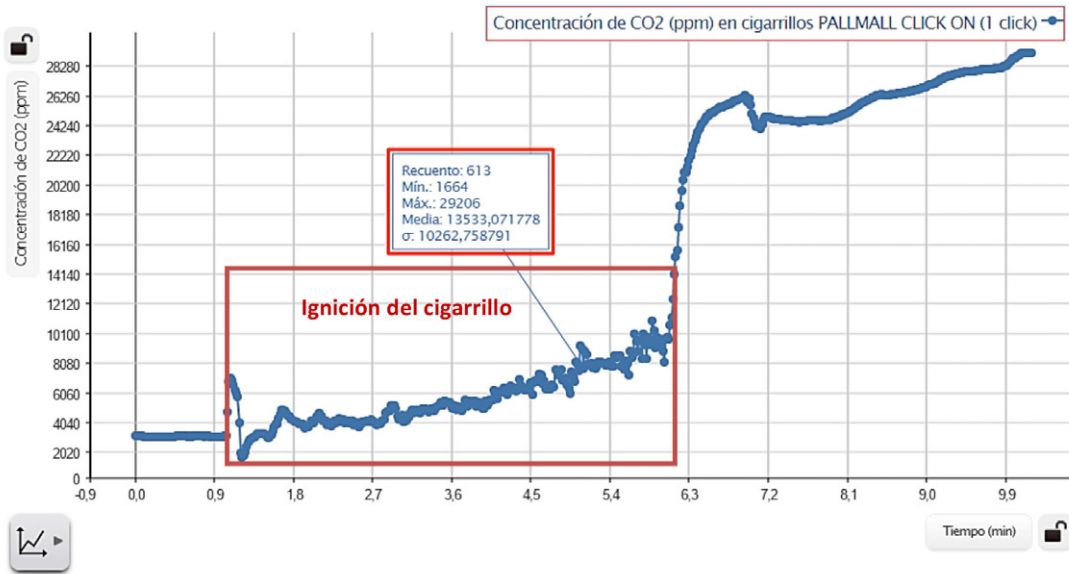


Figura 4. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Click-on, 1 click-mento!” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.

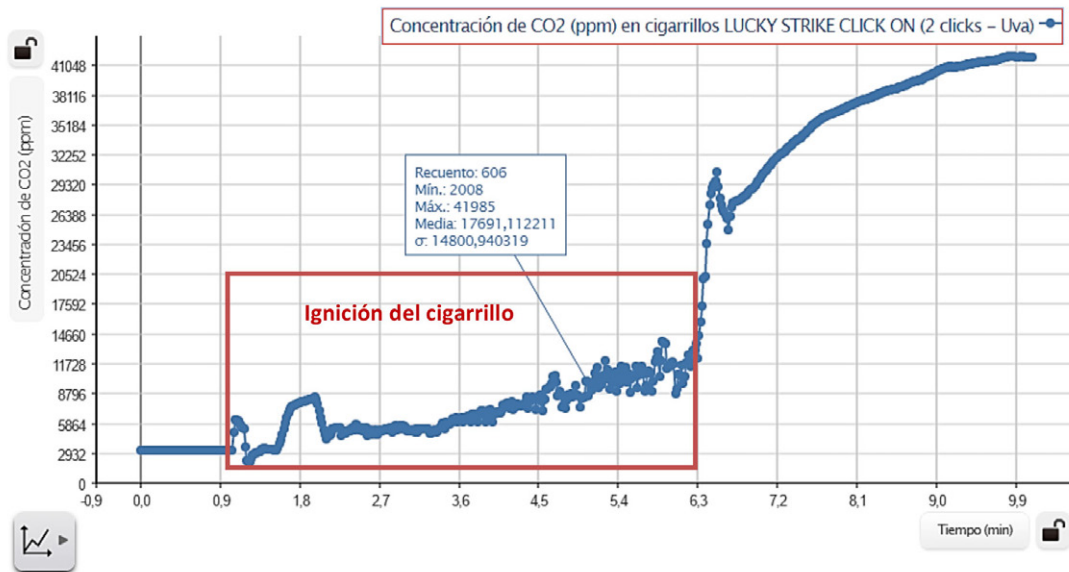


Figura 5. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Click-on, 2 clicks-uva” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.



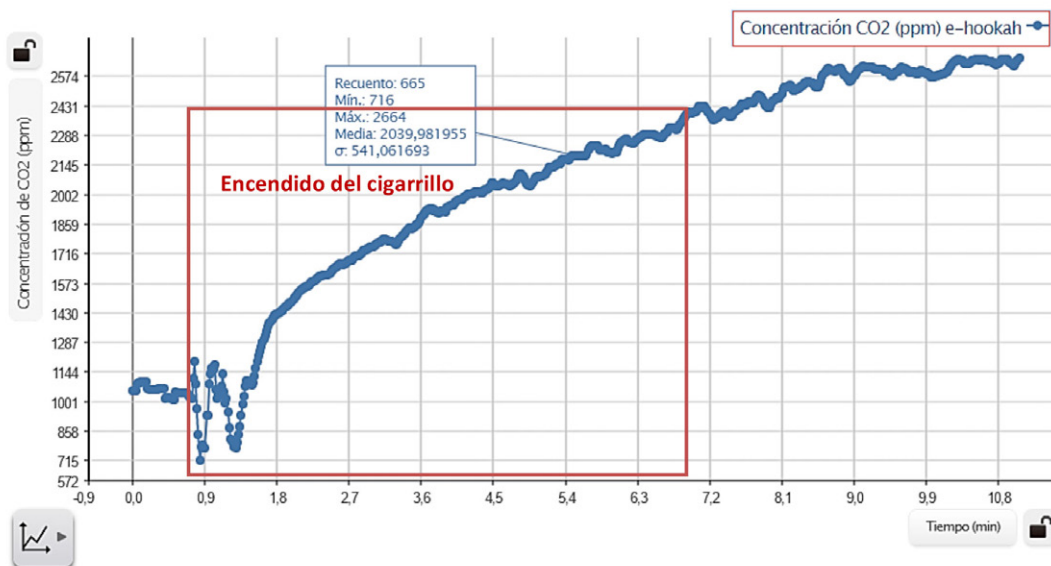


Figura 6. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo electrónico “e-hookah” en el modelo. El cuadro indica el encendido del cigarrillo imitando una combustión con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.

Tabla 1: Resumen de datos de la concentración de CO₂ (ppm) emanado de cigarrillos convencionales. Las casillas sin color representan mediciones sin combustión. En tonalidades más oscuras (1-1,5 min) se encuentran las concentraciones de CO₂, emanados durante el vaciado de la botella y en tonalidades más claras (2 a 6 min), la ignición de los cigarrillos con ventilación manual (salvo variedad mentol que termina de combustionar a los 7 min). Posteriormente (7 a 10 min), las concentraciones de CO₂ acumulados después de la ignición.

Tiempo (min)	Concentraciones de CO ₂ gaseoso (ppm)				
	Normal	Light	Mentol	CLICK-ON: 1 click-mentol	CLICK-ON 2 clicks-uva
0	2464	3100	2934	3130	3256
1	2480	3092	2940	3122	3256
1,5	2566	2862	2826	3114	3266
2	5332	5368	3601	4212	7806
3	6746	5618	3306	4248	5352
4	9270	7738	5064	5254	6766
5	9270	9036	5550	6884	8378
6	14998	15912	6302	8904	11866
7	48712	24374	7454	25628	29932
8	61249	28306	19494	24866	37020
9	63712	31280	20200	26888	40390
10	61739	32018	20872	29206	41879



Rango de concentraciones de CO₂ (ppm) en cigarrillos convencionales y electrónicos

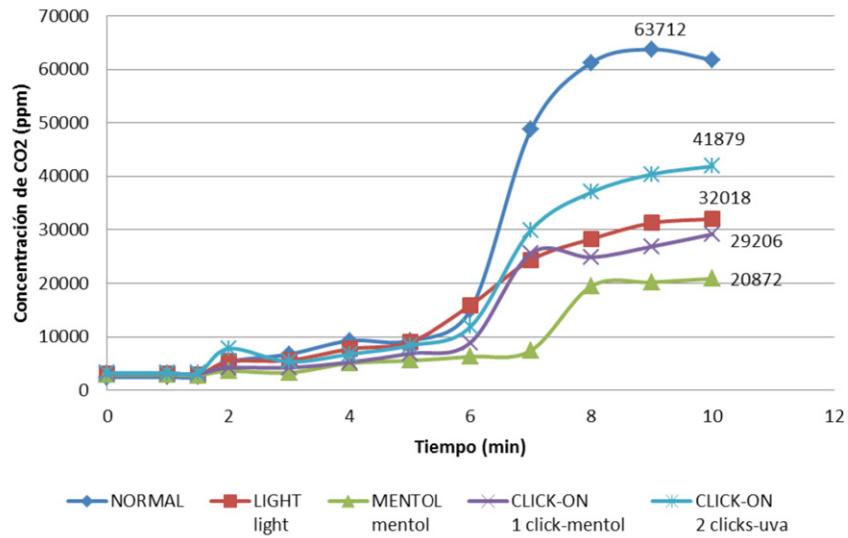


Gráfico 1: Concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm), emanado de cigarrillos convencionales y electrónico.

CIGARRILLO	CATEGORÍA	CONCENTRACIÓN CO ₂ (ppm)
CONVENCIONAL	NORMAL	61420
	LIGHT	28922
	MENTOL	17938
	CLICK ON (1 click-mentol)	26076
	CLICK ON (2 clicks-uva)	38729
ELECTRÓNICO	E-HOOKAH	1580

Tabla 2: Rango total de concentraciones de CO₂ (ppm), alcanzado tras la ignición o encendido del cigarrillo.

Rango de concentraciones de CO₂ (ppm) en cigarrillos convencionales y electrónicos

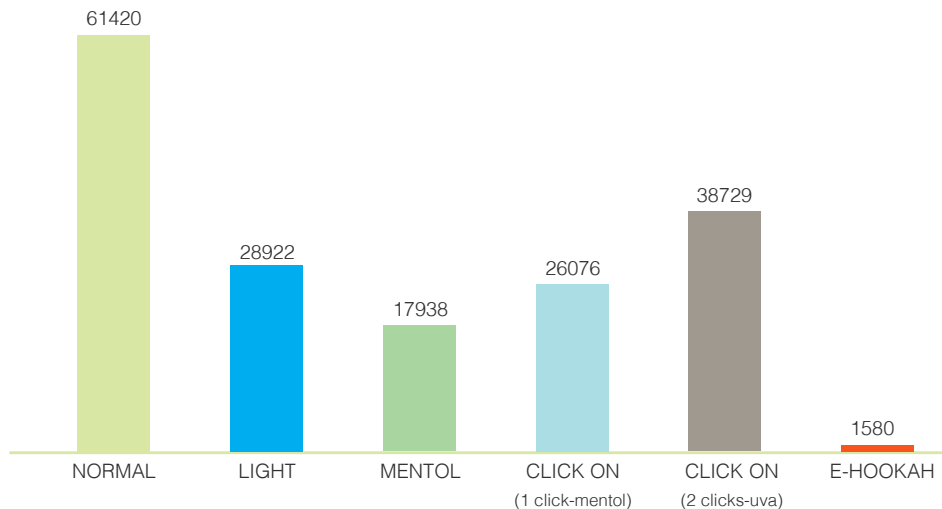


Gráfico 2: Representación del rango de la concentración de CO₂ (ppm), alcanzada en cada variedad de cigarrillo estudiado.



Discusión

Una adecuada respiración celular involucra inhalar aire fresco. El aire fresco contiene alrededor de un 21% de O₂ y un 0,04% de CO₂. El aire espirado, en cambio, contiene alrededor de un 16% de O₂ y un 4% de CO₂. Si escasea el oxígeno y hay un excedente de dióxido de carbono, primero se destruyen las neuronas, que son las células más sensibles de nuestro organismo; con un 20% de O₂ y un 0,07% (700 ppm) de CO₂, ya aparecen síntomas de fatiga, pérdida de rendimiento, dolor de cabeza y aumento del ritmo respiratorio; a medida que se agrava la situación, se producen dificultades respiratorias y finalmente, con un 15% de O₂ y un 5,4% de CO₂, la asfixia (Schneider, 2017).

Según los datos obtenidos, al combustionar cigarrillos, la concentración de CO₂ inhalado asciende a niveles muy por encima de lo saludable, existiendo diferencias de CO₂ emanado entre las variedades de cigarrillos estudiados.

El cigarrillo convencional que menos CO₂ emitió fue el mentolado, emanando un máximo de 20.872 ppm (rango: 17.938). Le sigue el cigarrillo Click-On, 1 click sabor mentol que registró un máximo de 29.206 ppm de CO₂ (rango: 26.076). El cigarrillo light emanó hasta 32.022 ppm (rango: 28.822). Según el Instituto de Bioconstrucción de Alemania (Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit, IBN), inhalar niveles cercanos a los 20.000 ppm de CO₂ genera tolerancia fisiológica por tiempo breve.

El cigarrillo doble click sabor uva emanó hasta 41.985 ppm (rango: 38.729). El IBN grafica niveles ambientales cercanos a 40.000 ppm, como provocador de “crecientes dificultades respiratorias”.

El cigarrillo convencional que más CO₂ emanó a la ignición fue el tipo Normal (etiqueta roja), con un máximo registrado de 63.884 ppm de CO₂ (rango: 61.420). Esto supera a las concentraciones de CO₂ normalmente espirado (50.000 ppm), pudiendo ocasionar hipercapnia. Niveles sobre eso, que bordeen los 80.000 ppm, generarían un fenómeno de parálisis (Schneider, 2017).

Como cualquier sustancia que se quema, al combustionar tabaco se producen pequeñas partículas mezcladas con gases, generándose humo. Según la British American Tobacco (2017), un filtro de cigarrillos atrapa algunas de estas partículas emanadas. Cuando un fumador sopla un cigarrillo, el humo que incluye partículas finas y gases, es aspirado a través de la barra de tabaco y el filtro. De este modo, los gases pasan a través del filtro y algunas partículas quedan atrapadas en él.

Los filtros, se hacen principalmente de las fibras del acetato de celulosa y se añade un plastificante de triacetina que ayuda al filtro a conservar su forma. Diferencias en la fabricación del filtro light podrían favorecer la retención de más partículas. Por ejemplo, el filtro de los cigarrillos estándar contiene quince mil fibras de acetato por filtro. En los cigarrillos light y en algunos cigarrillos fuertes, el filtro está perforado con pequeños agujeros que diluyen el humo con aire. Como consecuencia, el humo inhalado contiene menos alquitrán y nicotina. En teoría, esto debería hacer al cigarrillo “más seguro” que aquellos sin filtro. En la práctica, sin embargo, el fumador promedio lo compensa inhalando más profundamente o cubriendo parte de los agujeros con los dedos o labios. A consecuencia de esto, los fumadores de cigarrillos light pueden ser expuestos a iguales o mayores dosis de carcinógenos y alquitrán, que lo que estarían con cigarrillos con un nivel medio de alquitrán.

En contraste con los cigarrillos convencionales, el cigarrillo electrónico no combustiona tabaco. La medición del cigarrillo electrónico desechable (e-hookah) registró un máximo de 2664 ppm de CO₂, con un rango de 1580 ppm, muy por debajo de los cigarrillos convencionales. Si bien estos valores son incluso menores a los concentrados en una habitación cerrada por la mañana (2000 ppm), son levemente superiores al límite de confort (1000 ppm) señalado por el IBN, ya que se considera que el contenido de CO₂ no debería sobrepasar de forma duradera el 0,07% (700 ppm) (Schneider, 2017).



Conclusión

La ignición de cigarrillos libera concentraciones elevadas de CO₂ gaseoso (ppm), que son inhaladas en el momento en que es el oxígeno el que debe ser ingresado al pulmón, para un correcto intercambio gaseoso a nivel celular.

Todos los cigarrillos convencionales presentaron alzas de CO₂ considerables, aunque con diferencias entre los tipos de cigarrillo, siendo aquel con filtro normal el que más CO₂ emanó, superando las concentraciones de exhalación en la respiración. En contraste, los cigarrillos mentolados y con filtro light (de los convencionales) y electrónico, presentaron niveles menores de CO₂, aunque todos superando el límite de confort, por lo que se comprueba la hipótesis.

Bibliografía

Abad C, Guerrero G. 1991. Determinación del porcentaje de saturación con monóxido de carbono de la hemoglobina en fumadores. Tesis, Universidad de Cuenca, Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/7865>

British American Tobacco-Cigarettes. 2017. http://www.bat.com/group/sites/UK__9D9KCY.nsf/vwPagesWebLive/DO6HHJ9F.

Cunningham F, Fiebelkorn S, Johnson M, Meredith C. 2011. A novel application of the margin of exposure approach: segregation of tobacco smoke toxicants. *Food and Chemical Toxicology* 49: 2921 - 2933.

Hernandez J. 2007. Determinación del contenido máximo de nicotina presente en las diferentes marcas de mayor consumo de cigarrillos en el país. Tesis de Licenciatura en Química y Farmacia, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. <http://docplayer.es/43268721-Universidad-de-el-salvador-facultad-de-quimica-y-farmacia-determinacion-del-contenido-maximo-de-nicotina-presente-en.html>

Joggo PA, Loblrich M. 2007. DNA double-strand breaks: their cellular and clinical impact? *Oncogene* 26: 7717 - 7719.

Organización Mundial de la Salud. 2015. Hoja informativa: la salud y el consumo de tabaco en pipa de agua. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/183356/1/WHO_NMH_PND_15.2_spa.pdf?ua=1

Organización Mundial de la Salud. 2016. Iniciativa liberarse del tabaco. Enfermedades no transmisibles y salud mental. Ginebra, Suiza. <http://www.who.int/tobacco/es/>

Perfetti TA, Rodgman A. 2011. The complexity of tobacco and tobacco smoke. *Contributions to Tobacco Research* 24: 215 - 232.

Schneider A. 2017. GeoSilex®. Efecto del CO₂ sobre la salud. Institut fur Baubiologie + Oekologie (IBN). <http://www.geosilex.com/ficheros/esp/DescargaCatalogos/3854B-F4E-7C21-81C8-171C-A2E9A0E20C31.pdf>

SENDA. 2014. Décimo Primer Estudio Nacional de Drogas en Población General de Chile. http://www.ipsuss.cl/ipsuss/site/artic/20150709/asocfile/20150709194341/resultados_d_cimo_primer_estudio_nacional_de_drogas_en_poblaci_n_general_de_chile_2014__senda.pdf

