

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD. EFECTOS EN EL SISTEMA RESPIRATORIO

Dr. Manuel Oyarzún G.

Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile

Desde mediados del siglo XX la temperatura media terrestre ha aumentado progresivamente en una escala sin precedentes. En las últimas décadas el cambio climático se ha asociado con el aumento de emisión de “gases de efecto invernadero”- principalmente dióxido de carbono: CO₂, metano: CH₄ y óxido nitroso: N₂O- generados por actividades humanas y por la progresiva industrialización.

Los gases de efecto invernadero que se producen en la naturaleza son esenciales para la supervivencia de los seres vivos que hacen habitable nuestro planeta al impedir que parte del calor solar se disipe al espacio. Al crecer la población, las economías y el nivel de vida se incrementa el nivel acumulado de emisiones de ‘gases invernadero’. La concentración de atmosférica de estos gases invernadero está directamente relacionada con la temperatura media mundial de la Tierra (1).

La concentración de los gases invernadero y la temperatura media mundial han aumentado progresivamente desde la Revolución Industrial (1880) alcanzando niveles sin precedentes en nuestros días. Entre 1980 y 2000 la temperatura media anual de la superficie terrestre aumentó 0,35° C, lo cual fue acompañado de un aumento notable de CO₂ estimándose que si no se controlan las emisiones de gases invernadero, la temperatura aumentará por sobre el nivel crítico de +1,5°C en 2050 (1,2).

El dióxido de carbono (CO₂) constituye el 76% de los gases invernadero generándose mayormente de la quema de combustibles fósiles y en menor proporción por quemas agroforestales. Otros componentes importantes de estos gases de efecto invernadero son el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) que constituyen respectivamente alrededor del 16 y 6% del total de estos gases, además los clorofluorcarbonos (CFC), el ozono (O₃), y el hexafloruro de azufre (SF₆) forman también parte de estos gases invernadero en la atmósfera terrestre (1,2).

En la actualidad el término cambio climático se refiere al impacto de las actividades humanas en el balance químico y físico del planeta, lo cual habría incidido en el calentamiento global debido a la anormal acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera y, de manera indirecta, en el cambio de las condiciones climáticas del planeta.

Entre las acciones emprendidas por la Organización de las Naciones Unidas para enfrentar los problemas producidos por el cambio climático (2) destacan las siguientes:

- a) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 1992, que reunió a representantes de 197 países para prevenir una interferencia humana "peligrosa" con el sistema climático.
- b) Protocolo de Kyoto en 1995 firmado por 192 países para cumplir metas de reducción de las emisiones, en dos etapas 2008-12 y 2013 -20.

- c) Acuerdo de París firmado en Nueva York (22.04.2016) por 175 gobernantes con el compromiso de mantener el aumento de la temperatura media planetaria en el siglo XXI por debajo de +2°C respecto a era preindustrial y procurar limitar este aumento de temperatura a +1,5 °C
- d) Sucesivas 'Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático', cuya 25ª versión (COP 25) actualmente se está desarrollando en Madrid (2 al 13 de diciembre de 2019) con la participación de representantes de 197 países.

Se debe destacar que el Premio Nobel de la Paz 2007 fue otorgado conjuntamente a Al Gore, vicepresidente de EE. UU. y al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático-IPCC de la ONU.

Según la Organización Mundial de la Salud, el cambio climático es un desafío mayor de nuestro tiempo e impone presión adicional a la sociedad y el ambiente. Si no se toman medidas drásticas ahora, será más difícil y costoso adaptarse a sus efectos en el futuro (2).

Watts y colaboradores han estimado que a nivel planetario el número de personas mayores de 65 años que se encontrará expuesto a ondas de calor en 2090 será de 1000 millones esta cifra se triplicará si se ajusta la proyección a los posibles cambios demográficos. La estimación del número de personas afectadas en 2019 por sequía e inundaciones alcanzará a 800 y a 1400 millones respectivamente, ambas cifras corresponden a valores no ajustados por eventuales cambios demográficos (3).

Efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la salud y el bienestar humano (3)

Efectos Directos	Efectos Indirectos	Efectos Sociales	Impacto en salud
Tormentas	Calidad del agua	Salud	Alergias & Enfermedades Respiratorias
Sequías	Contaminación aérea	Socio-económicos	Enfermedades Cardiovasculares
Inundaciones	Uso de suelos	Servicios públicos	Enfermedades Infecciosas
Ondas de calor	Cambio ecológico	Movilidad	Desnutrición y otras*

*Salud mental; lesiones; intoxicaciones

Impacto del cambio climático en enfermedades respiratorias y alérgicas

Los efectos que puede inducir el cambio climático en diversos factores pueden tener un impacto importante en las enfermedades respiratorias. A continuación se describen someramente los más relevantes,

- a) *Ondas de calor*, pueden asociarse a sequías y a la generación de islas de calor urbanas. Se ha comunicado la hiperventilación de aire humidificado a 49°C genera tos y broncoconstricción (aumento de la resistencia de vías aéreas) pacientes con asma leve. Este efecto es bloqueado por la inhalación de ipratropio, por lo que se trataría de una respuesta refleja mediada por el sistema parasimpático (4). Zanobetti y colaboradores han comunicado que el riesgo de morbilidad por Enfermedad Pulmonar Obstructiva

Crónica, enfermedades cardiovasculares y diabetes aumenta significativamente con la elevación de la temperatura estival en mayores de 74 años en 135 ciudades de EE.UU. (5) Por otra parte un estudio multicéntrico en 340 ciudades de 22 países que analizó 50 millones de muertes entre 1985-2014, encontró que la fracción de mortalidad atribuible al calor era de 0,54% (IC : 0,49 – 0,58)(6).

- b) *Cambios en la polinización.* Hay aumento de la producción de polen y su generación es más precoz y prolongada y además aumenta el contenido de proteínas alergénicas.
- c) *Aumento de los eventos climáticos extremos y elevación del nivel del mar.* El incremento de la frecuencia e intensidad de huracanes y tormentas aumenta la dispersión de aeroalergenos aumentando la frecuencia de alergias respiratorias. Por otra parte, los aumentos regionales de pluviosidad y humedad intradomiciliaria facilita la proliferación de hongos. Un estudio de meta-análisis del riesgo de morbilidad respiratoria en hogares con hongos y/o exceso de humedad encontró un aumento de 52% de síntomas respiratorios altos y un 32% de desarrollo de asma en los moradores de estos hogares (7).
- d) *Aumento de la contaminación atmosférica.*

El aumento de las actividades humanas ligadas al aumento de CO₂ y otros gases invernadero aumenta la emisión de partículas (respirables ≤10 μm- MP₁₀, finas ≤2,5 μm MP_{2,5} y ultrafinas ≤0,1 μm MP_{0,1}) y gases (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno-NO_x, óxidos de azufre-SO_x, ozono-O₃ y compuestos orgánicos volátiles) que constituyen los contaminantes atmosféricos.

La contaminación atmosférica representa un problema creciente de la salud pública a nivel mundial, especialmente para la población más vulnerable a los contaminantes aéreos. La contaminación atmosférica impacta al sistema respiratorio produciendo alteraciones funcionales, aumento de síntomas respiratorios y aumento de la morbimortalidad (8,9,10). Su efecto depende de diversos factores, a saber: i) dosis efectiva del contaminante determinada por su concentración, tiempo de exposición y nivel de ventilación minuto; ii) tipo de contaminante (partículas o gases); iii) sinergismo entre contaminantes (v gr partículas & gases); iv) en el caso de las partículas su penetración en el sistema respiratorio es inversamente proporcional a su tamaño; v) adaptación o tolerancia y vi) susceptibilidad de la población expuesta (niños, ancianos, embarazadas y portadores de diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares o respiratorias crónicas).(8).

El aumento de la temperatura incrementa la concentración del ozono troposférico que es un contaminante secundario generado a partir de NO_x y COV por efecto de la radiación solar. En Chicago días con temperaturas ≥38°C se asociaron con concentraciones de ozono ≥ 75 ppb (11). A esto hay que agregar que el cambio de las condiciones climáticas especialmente el aumento de temperatura ambiente (>30°C), el aumento de la velocidad del viento (>30 km/h) y la disminución de la humedad relativa (<30%) aumentan la probabilidad de incendios forestales. Los contaminantes derivados de los incendios forestales provienen principalmente de la combustión de biomasa; por ello, sus principales componentes son el material particulado y gases derivados de la combustión como el

dióxido y el monóxido de carbono (CO) y en menor proporción dióxidos de nitrógeno (NO₂) y de azufre (SO₂), (12) .

Interacciones entre contaminantes atmosféricos y alérgenos respiratorios (13,14)

Es interesante destacar que los residentes urbanos tienen más alergias que los rurales, hecho que ha sido explicado porque los alérgenos respiratorios como el polen, interactúan sinérgicamente con los contaminantes atmosféricos.

Los granos de polen tienen un tamaño de 15-40 µm y forman parte de los contaminantes aéreos. De los granos de polen se pueden originar partículas de menor tamaño que aumentan sus efectos alérgicos al ponerse en contacto con otros contaminantes atmosféricos. Además pueden dañar la pared del polen y liberar alérgenos, o como ocurre con el NO₂ , los contaminantes atmosféricos pueden aumentar la alergenicidad del polen. También los contaminantes atmosféricos pueden actuar como adyuvantes de alérgenos aumentando la síntesis de IgE o pueden inducir o aumentar la expresión de proteínas alérgicas (13).

Interconexiones entre emisiones de gases invernadero, cambio climático y salud

Existen múltiples interrelaciones entre las emisiones de gases invernadero, el cambio climático y la salud de la población. El aumento descontrolado de las emisiones de gases invernadero produce notables cambios climáticos, que se reflejan no solo en un aumento de la temperatura media del planeta, sino en cambios meteorológicos importantes como lo son alteraciones de la pluviosidad, aumento del nivel del mar y condiciones climáticas extremas, que a su vez favorecen el aumento de la contaminación del aire y los suelos, la acidificación de los océanos, sequías, inundaciones, ondas de calor e incendios forestales que afectarán no solo al sistema respiratorio de la población expuesta, sino también a su sistema cardiovascular, a su nivel de nutrición, a la carga de enfermedades infecciosas especialmente las transmitidas por vectores y a su salud mental (3). A lo que se debería agregar daños ambientales como pérdida de biodiversidad y colapso ecológico y empeoramiento de determinantes socio-económicos como reducción en la producción agropecuaria y pesquera, pérdida de lugares habitables que generará migración masiva de las poblaciones afectadas.

Para evitar este inmenso y progresivo deterioro en la biósfera y sus enormes repercusiones en la salud humana (15,16), se hace indispensable que en la actual 25ª Conferencia de las Partes (COP 25), se haga efectivo que los países participantes se comprometan a actuar ahora mismo, adoptando medidas concretas para controlar sus emisiones de gases invernadero y mitigar el cambio climático de la biósfera.

Bibliografía

- 1.- Cabrera S. Cambio global: una mirada desde la Biología. Rev Chil Enferm Respir 2019, 35: 9-14.
- 2.- IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.

- 3.- Watts N, Adger WN, Agnolesci P, Blackstock J, Byass P, Cai W, et al. Health and climate change: policy responses to protect public health. *Lancet* 2015,386:1861-914.
- 4.- Hayes D, Collins PB, Khosravi M, Lin RL, Lee LY. Bronchoconstriction triggered by breathing hot humid air in patients with asthma: role of cholinergic reflex. *J Respir Crit Care Med* 2002,186:1190-6
- 5.- Zanobetti A, O'Neill MS, Gronlund CJ, Schwartz D. Summer temperature variability and long-term survival among elderly people with chronic disease *Proc Natl Acad Sci* 2012,48:1101-12
- 6.- Sera F, Armstrong B, Tobias A, Vicedo-Cabrera AM, Åström C, Bell ML, et al. How urban characteristics affect vulnerability to heat and cold: a multi-country analysis. *Int J Epidemiol* 2019, 48:1101-12.
- 7.- Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ. Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air* 2007,17:284-96.
- 8.- Oyarzún M. Contaminación atmosférica. En: *Enfermedades Respiratorias*. Eds. JC Rodríguez y A. Undurraga. Mediterráneo Ltda. Santiago-Buenos Aires-Montevideo. 2ª Edición 2011 págs 1171-91.
- 9.- Matus P, Oyarzún M.: Impacto del material particulado aéreo (MP2,5) sobre las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños: estudio caso-control alterno." *Rev Chil Pediatría*, 2019, 90:166-74.
- 10.- Liu C, Chen R, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Guo Y, Tong S et al. Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities *N Engl J Med* 2019, 381:705-25
- 11.- Patz JA, Frumkin H, Holloway T, Vimont DJ, Haines A. Climate change: challenges and opportunities for global health. *2014*,312:1566-80.
- 12.- Sandoval B, Reyes T, Oyarzún M. Mecanismos de los efectos nocivos para la salud de la contaminación atmosférica proveniente de los incendios forestales. *Rev Chil Enferm Respir* 2019, 35: 49-57.
- 13.- Sedghy F, Varasteh AR, Sankian M, Moghadam M. Interaction between air pollutants and pollen grains; the role on rising trend in allergy *Reo Biochem Mol Biol* 2018, 6:219-24.
- 14.- D'Amato G, Vitale C, Lanza M, Molino A, D'Amato M. Climate change, air pollution and allergic respiratory disease: an update *Current Opinion Allergy Clin Immunol* 2016, 16: 434-40
- 15.- Paavola J. Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK. *Environ Health* 2017, 16 (Suppl1)113: 61-8.
- 16.- Bernstein AS, Rice MB. Lungs in a warming world. *Climate change and respiratory health*. *Chest* 2013, 143; 1465-9.