



**Ante un doble desafío: obesidad y cambio climático**

**Faced with a double challenge: obesity and climate change**

10.53435/funj.00987

# **Ante un doble desafío: obesidad y cambio climático**

Francesc Villarroya, Marta Giralt\*.

Departament de Bioquímica i Biomedicina Molecular, Facultat de Biologia, Institut de Biomedicina de la Universitat de Barcelona (IBUB), Universitat de Barcelona, E-08028 Barcelona, España

Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición, Instituto de Salud Carlos III, E-28029, Madrid.

Autor de correspondencia: E mail: [mgiralt@ub.edu](mailto:mgiralt@ub.edu)



bmi journal  
seco-seedo

Estudio financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Estatal de Investigación (MICIN/AEI/10.13039/50110 0011033; PID2020-114112RB-100) y Instituto de Salud Carlos III (PI20/00106), cofinancado por FEDER, UE.

## **Ante un doble desafío: obesidad y cambio climático**

### **Resumen**

La actual epidemia mundial de obesidad se produce en paralelo al calentamiento global asociado al cambio climático. La evidencia epidemiológica sugiere que el aumento de las temperaturas ambientales contribuiría a las crecientes tasas de sobrepeso y obesidad a nivel mundial. La supresión, provocada por las altas temperaturas, del gasto energético necesario para la termogénesis adaptativa, puede ser un mecanismo que explique la alteración del equilibrio energético provocada por el calentamiento global, que favorece la obesogénesis. Recíprocamente, hay datos que indican que las altas tasas de obesidad en todo el mundo están provocando, directa y también indirectamente por el aumento de la producción y el transporte de alimentos, un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye al cambio climático. El impacto del calentamiento global en la obesidad muestra los peligros del cambio climático y señala la necesidad de tomar medidas para frenar el proceso y prevenir sus efectos nocivos en la salud global.

**Palabras clave:** obesidad, cambio climático, calentamiento global, termogénesis

## **Faced with a double challenge: obesity and climate change**

### **Abstract**

The current global obesity epidemic is occurring in parallel with global warming due to climate change. Epidemiological evidence suggests a role for increasing environmental temperatures in increasing rates of overweight and obesity. The suppression, caused by high temperatures, of the energy expenditure necessary for adaptive thermogenesis, may be a mechanism that explains the alteration in energy balance caused by global warming, which favors obesogenesis. Reciprocally, there are data indicating that high rates of obesity around the world are causing, directly and indirectly through increased food production and transportation, an increase in greenhouse gas emissions, thus contributing to global warming. The impact of global warming on obesity highlights the dangers of climate change and points to the need for greater action to slow the process to prevent its harmful effects on global health.

**Key words:** obesity, climate change, global warming, thermogenesis

## **Introducción: obesidad y cambio climático, epidemias globales**

El cambio climático ha sido reconocido durante décadas como un evento global con posibles efectos nocivos para la salud humana. Se considera que desde el siglo XIX las actividades humanas han sido el principal impulsor del cambio climático, principalmente por la quema de combustibles fósiles, lo que genera emisiones de gases, principalmente dióxido de carbono. Estos gases tienen efecto invernadero en relación con la energía calórica aportada por la radiación solar, dando lugar así a un aumento de las temperaturas. Actividades adicionales como la deforestación o la producción animal masiva para la alimentación contribuyen a este fenómeno mediante la emisión de gases como el metano, que también tiene un alto efecto invernadero. La consecuencia de todo esto es el calentamiento global. Los últimos datos indican que actualmente la temperatura media de la Tierra es 1,1 °C superior a la de finales del siglo XIX, antes de la revolución industrial. También es superior a la de los últimos 100.000 años, siendo la última década la más cálida desde

que existen registros globales de temperatura a nivel planetario. Los últimos datos de amplios estudios publicados a finales de 2023 confirman el empeoramiento de la situación y especialmente su fuerte impacto negativo en la salud global <sup>(1)</sup>.

La epidemia global de obesidad que actualmente estamos experimentando se ha desarrollado de manera concomitante con el progresivo calentamiento global en las últimas décadas. ¿Existe alguna relación entre ambos fenómenos? Múltiples datos indican que la propagación de la obesidad como problema de salud global se ve significativamente potenciada por el calentamiento global y también hay evidencia de que podría estar ocurriendo un fenómeno recíproco: la intensificación del calentamiento global causado por el aumento mundial de la población con sobrepeso y la obesidad.

Posiblemente, una de las contribuciones recientes más relevantes a la hora de identificar la importante interacción entre la epidemia de obesidad y el cambio climático haya sido aportada por el informe “The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change” elaborado por encargo de la revista Lancet a una comisión de 43 expertos de 14 países, y publicada en 2019<sup>(2)</sup>.

El informe concluyó que la desnutrición en todas sus formas, incluida la obesidad, es la principal causa de mala salud a nivel mundial, y que el cambio climático puede considerarse una pandemia debido a sus amplios efectos sobre la salud de los seres humanos y los sistemas naturales de los que dependemos (es decir, la salud planetaria). El

estudio establece que las tres pandemias concomitantes que se están produciendo actualmente (obesidad, desnutrición y cambio climático) representan una sindemia global que afecta a la mayoría de las personas en todos los países y regiones del mundo. Constituyen una sindemia, o sinergia de epidemias, porque coexisten en tiempo y lugar, interactúan entre sí para producir secuelas complejas y comparten factores sociales subyacentes comunes.

De hecho, este estudio inicialmente tenía el mandato de abordar específicamente la epidemia de obesidad, pero identificó la necesidad de replantear el problema y expandirlo para ofrecer recomendaciones que abordaran colectivamente los desafíos de la triple carga de la Sindemia Global. Así, se propone repensar el problema de la obesidad partiendo de que: a) la prevalencia de la obesidad está aumentando en todas las regiones del mundo, y ningún país ha logrado revertirla, b) pese a existir muchas recomendaciones para detener y revertir las tasas de obesidad, respaldadas por la Organización Mundial de la Salud desde hace casi tres décadas, aún no se han traducido en cambios significativos, c) al igual que el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático de 2015, las enormes cargas sanitarias y las causas económicas causadas por la obesidad no se consideran lo suficientemente urgentes como para generar demanda pública o voluntad política para implementar las recomendaciones para una acción efectiva, d) la obesidad históricamente se ha considerado aislada de otros desafíos globales importantes. El estudio concluye la necesidad de vincular la obesidad con la desnutrición y el cambio

climático en un marco único de Sindemia Global, y así atacar estos desafíos combinados abordando soluciones comunes. Todo esto nos lleva a que es fundamental comprender cómo y por qué interactúan la obesidad y el cambio climático y así establecer mecanismos de acción tanto globales como individuales para prevenir este desafío de salud global <sup>(3)</sup>.

### **Calentamiento global, ¿factor inductor de la epidemia mundial de obesidad?**

El cambio climático y la obesidad son preocupaciones importantes para los responsables políticos de todo el mundo. Sin embargo, ¿cuál es la evidencia de la relación entre el cambio climático y la obesidad? ¿Puede el cambio climático, y especialmente el calentamiento global, ejercer un efecto causal que conduzca a la obesidad? Estas cuestiones se han abordado en primera instancia mediante estudios masivos de asociación estadística. Un ejemplo es el estudio de Trentaglia et al. <sup>(4)</sup>, que analizó los cambios en el índice de masa corporal (IMC) de niños y adultos en 134 países durante un período de 39 años con el objetivo de identificar en qué medida las variaciones de la temperatura del aire afectan a la obesidad. Las conclusiones indicaron una fuerte relación en forma de U entre la temperatura y el IMC, tanto en la población infantil como en la adulta, y especialmente en mujeres. Es decir, se detecta una asociación significativa de niveles elevados de IMC con ambientes con temperaturas extremas

(especialmente cálidas o especialmente frías). Esta asociación se mantuvo incluso después de tener en cuenta otros factores relacionados con la obesidad, como el PIB per cápita, la fertilidad o la productividad agrícola. Esto sugiere que la temperatura promedio del aire está directamente relacionada con el IMC y puede tener un efecto independiente. En España, ya en 2014 y a partir del estudio Di@bet.es, se identificó que, independientemente de múltiples factores biológicos y socioeconómicos, existía una relación significativa entre la temperatura ambiental y la prevalencia de obesidad <sup>(5)</sup>.

Un factor a tener en cuenta que puede afectar a estos estudios de asociación es el hecho de que se basan en la temperatura ambiental exterior, mientras que las poblaciones humanas actuales se encuentran la mayor parte del tiempo (y cada vez más) en ambientes cerrados y con temperatura controlada. De hecho, la observación de que no sólo las temperaturas muy cálidas se asocian con la obesidad sino también las muy frías ha llevado a plantear la hipótesis de que esta última podría estar relacionada con el comportamiento de mínima exposición a la temperatura externa que experimentan las personas en lugares geográficos con un ambiente muy frío, lo que, de facto, significaría que las personas estarían expuestas a muchas horas de temperatura interior artificialmente cálida. También existe un fenómeno, de explicación poco clara, que se ha observado sistemáticamente en estudios estadísticos liderados a menudo por empresas energéticas, y que consiste en que la percepción de la

temperatura de confort en el interior (y el consiguiente consumo de energía para calefacción) ha tendido a aumentar con los años. Los datos objetivos muestran que las temperaturas interiores invernales en los EE. UU., el Reino Unido y otros países desarrollados están en una tendencia ascendente, lo que daría como resultado una reducción de la exposición al frío estacional, minimizando la necesidad de termogénesis fisiológica y reduciendo el gasto energético. Ello sería un factor a tener en cuenta a la hora de considerar los componentes que dan lugar a un “ambiente obesogénico” en nuestras sociedades <sup>(6)</sup>.

### **Temperatura ambiental, balance energético y obesidad.**

Es bien sabido que el gasto energético es esencial para determinar el equilibrio energético y, dentro de este parámetro, la termogénesis adaptativa es un proceso clave. Mediante estudios en modelos preclínicos se ha demostrado que las alteraciones en la termogénesis adaptativa, si no se compensan con cambios paralelos en la ingesta de alimentos, tienden a generar un balance energético positivo y el posterior desarrollo de obesidad. Numerosos estudios también han demostrado que la “termogénesis no tiritante”, que tiene su base bioquímica fundamental en el desacoplamiento entre la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa en las mitocondrias del tejido adiposo pardo y beige, es un factor determinante del gasto energético requerido para producir calor cuando éste es necesario

para mantener la temperatura corporal <sup>(7)</sup>. El bloqueo de este proceso en condiciones de alta temperatura proporcionaría una explicación fisiopatológica del efecto inductor de las altas temperaturas ambientales sobre la obesidad. Aunque estos conceptos están bien establecidos en modelos animales preclínicos, históricamente se ha dudado de hasta qué punto pueden aplicarse a humanos. En primer lugar, los hábitos de comportamiento y la necesidad de intervenciones complejas en estudios en humanos de bioenergética cuantitativa a largo plazo dificultan la obtención de conclusiones cuantitativas fiables. Por otro lado, la creencia de que el tejido adiposo pardo, a pesar de estar activo en la infancia, era prácticamente inexistente en el ser humano adulto, generó dudas sobre el papel del mecanismo de termogénesis adaptativa que proporciona este tejido en el equilibrio energético global. Sin embargo, el descubrimiento hace poco más de una década de la relevancia del tejido adiposo pardo activo en adultos así como la existencia de células beige, dispersas en depósitos de tejido adiposo blanco pero con propiedades termogénicas, está haciendo reconsiderar la importancia de estos procesos de termogénesis adaptativa en respuesta a la temperatura ambiental en la población humana <sup>(8)</sup>. En un estudio reciente realizado en población española de diferentes zonas geográficas se ha observado una disminución relevante en la expresión de genes implicados en el pardeamiento en el tejido adiposo de individuos que viven en zonas con altas temperaturas ambientales <sup>(9)</sup>. Dado el gradiente Norte-Sur de

prevalencia de la obesidad en estas mismas regiones, tales observaciones podrían tener implicaciones para la relación de la pandemia de obesidad con el calentamiento global en términos de represión estable del patrón termogénico de expresión genética en los individuos.

En resumen, no disponemos de un escenario inequívoco sobre los mecanismos y procesos que están actuando en los humanos en respuesta al calentamiento global y promoviendo la obesidad. Sin embargo, los estudios observacionales son fuertemente consistentes en establecer esta causalidad. Asimismo, el conocimiento actual de la fisiopatología del balance energético también es consistente con la capacidad de las altas temperaturas, como las que se producen debido al calentamiento global, para reprimir el gasto energético con el consiguiente fomento de la obesogénesis.

### **La relación recíproca entre obesidad y cambio climático: ¿está contribuyendo la epidemia de obesidad al calentamiento global?**

Además de la evidencia de los efectos nocivos que tiene el calentamiento global en la expansión del sobrepeso y la obesidad, diversos estudios han abordado también un enfoque recíproco investigando si la expansión de la obesidad a nivel global está influyendo en la intensificación del cambio climático. En 2009, P. Edwards e I. Roberts, investigadores de la Escuela de Higiene y

Medicina Tropical de Londres, propusieron que las personas con sobrepeso tienen más probabilidades de contribuir a las emisiones de dióxido de carbono en comparación con las personas delgadas <sup>(10)</sup>. De acuerdo con sus estimaciones, cada persona con sobrepeso genera aproximadamente una tonelada más de dióxido de carbono al año que una persona delgada. En consecuencia, una población delgada de mil millones de personas emitiría mil millones de toneladas menos de dióxido de carbono por año que una población con sobrepeso del mismo tamaño. Estudios posteriores han propuesto que, a nivel mundial, la obesidad aporta 49 megatoneladas adicionales de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) por año debido a las demandas metabólicas, 361 megatoneladas de CO<sub>2</sub>eq por año debido a la intensificación de los procesos de producción de alimentos, y 290 megatoneladas de CO<sub>2</sub>eq por año debido al aumento del transporte automovilístico y aéreo, todo ello relacionado con un mayor peso corporal. En total, la obesidad podría estar generando aproximadamente 700 megatoneladas de CO<sub>2</sub>eq por año, aproximadamente el 1,6% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero <sup>(11)</sup>.

Otros estudios, como por ejemplo los que relacionan las emisiones de gases de efecto invernadero y la prevalencia de la obesidad en diferentes estados de EE.UU., confirman que, independientemente de otros factores, los estados con las tasas más altas de obesidad son aquellos con las mayores emisiones de dióxido de carbono y metano <sup>(12)</sup>. Estudios posteriores han estimado que, tras correcciones por otro

tipo de parámetros de confusión, tanto el transporte como la agricultura y la ganadería generan aumentos significativos en la emisión de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero cuando el entorno social tiene índices altos (a partir del 20%) de obesidad <sup>(13)</sup>.

Otro ejemplo que puede parecer anecdótico, pero que ejemplifica el impacto del aumento del peso poblacional en el consumo de combustibles fósiles, se evidencia a través de las empresas de transporte aéreo. La Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea ya observó mediante un estudio realizado en 2009 (23000 pasajeros en 8 aeropuertos europeos) un aumento promedio de peso de entre 3 y 5 kg, así como se ha observado un aumento adicional moderado del promedio de peso en una actualización en 2022 <sup>(14)</sup>. Para las aerolíneas, el peso es igual al combustible, y éste es igual al costo. La IATA define el costo del peso como: "el consumo adicional de combustible, en función del peso adicional". Samoa Airways, una aerolínea activa en las islas del Pacífico, zona geográfica con una incidencia muy alta de obesidad, así como Uzbekistan Airlines, establecieron hace años que el precio del billete de viaje se escalaba proporcionalmente al peso del viajero. Recientemente, Finnair y Air New Zealand han iniciado un programa anónimo de pesaje voluntario de viajeros con finalidad de "cálculo de carga" de los aviones. Actualmente la posibilidad de establecer el peso del viajero como uno de los parámetros de viaje aéreo es un tema de intenso debate <sup>(15)</sup>.

Todos estos datos, independientemente de consideraciones sobre la precisión cuantitativa de las estimaciones mencionadas anteriormente, muestran que promover la prevención y/o reversión de la obesidad no sólo tiene efectos directos obvios sobre la salud de los pacientes, sino que también puede generar beneficios sustanciales para el medio ambiente y consiguientemente para la salud global. No obstante, también es fundamental utilizar y difundir adecuadamente los datos objetivos sobre la contribución de la población con sobrepeso y obesidad al aumento del calentamiento global, para evitar contribuir inadvertidamente a la estigmatización de las personas que viven con obesidad o sobrepeso

### **Conclusiones y perspectivas**

En resumen, se confirma que existe una relación recíproca y de retroalimentación entre el calentamiento global asociado al cambio climático y la epidemia de obesidad. Las causas son múltiples y sin duda incluyen procesos no del todo conocidos acerca de cómo el metabolismo energético se ve afectado por la temperatura ambiental, así como los complejos efectos sociológicos y comportamentales que el cambio climático provoca en la población. No hay duda de que nuestra sociedad debe hacer el máximo esfuerzo posible para prevenir el cambio climático y ello sin duda repercutirá positivamente en la prevención de la obesidad. Recíprocamente, cualquier acción eficaz dirigida a la prevención y tratamiento de la obesidad puede

tener efectos positivos no sólo en las personas individuales sino también a nivel global, favoreciendo la ralentización del calentamiento global.

## **Bibliografía**

1. Romanello M, Di Napoli C, Drummond P, et al. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *Lancet*. 2022; 400:1619-1654. doi: 10.1016/S0140-6736(22)01540-9
2. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. *Lancet*. 2019; 393:791-846. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32822-8
3. Haines A, Ebi K. The imperative for climate action to protect health. *N Engl J Med*. 2019; 380:263-273.
4. Trentinaglia MT, Parolini M, Donzelli F, Olper A. Climate change and obesity: A global analysis. *Glob Food Sec*. 2021, 29: 100539 <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100539>
5. Valdés S, Maldonado-Araque C, García-Torres F, et al. Ambient temperature and prevalence of obesity in the Spanish population: the Di@bet.es study. *Obesity*. 2014;22(11):2328-2332. doi: 10.1002/oby.20866

6. Johnson F, Mavrogianni A, Ucci M, Vidal-Puig A, Wardle J. Could increased time spent in a thermal comfort zone contribute to population increases in obesity? *Obes Rev.* 2011; 12:543-551. doi: 10.1111/j.1467-789X.2010.0085
7. Castellá M, Villarroya F. Brown fat. *Med Clin (Barc).* 2023; 161:24-26. doi: 10.1016/j.medcli.2023.02.002
8. Cereijo R, Giralt M, Villarroya F. Thermogenic brown and beige/brite adipogenesis in humans. *Ann Med.* 2015; 47:169-177. doi: 10.3109/07853890.2014.95232
9. Oliveras-Cañellas N, Moreno-Navarrete JM, Lorenzo PM, et al. Downregulated Adipose Tissue Expression of Browning Genes With Increased Environmental Temperatures. *J Clin Endocrinol Metab.* 2023; 109:e145-e154. doi: 10.1210/clinem/dgad469.
10. Edwards P, Roberts I. Population adiposity and climate change. *Int J Epidemiol.* 2009; 38:1137-1140. doi: 10.1093/ije/dyp172
11. Magkos F, Tetens I, Bügel SG, et al. The Environmental Foodprint of Obesity. *Obesity (Silver Spring).* 2020; 28:73-79. doi: 10.1002/oby.22657.
12. Squalli J. Is obesity associated with global warming?, *Public Health* 2014; 128: 1087-1093. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2014.09.008>.
13. Squalli J. The environmental impact of obesity: longitudinal evidence from the United States. *Public Health* 2017; 149: 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2017.04.016>.

14. Berdowski Z, van den Broek-Serlé F.N., Jetten JT, et al. Survey on standard weights of passengers and baggage. Final report. 2009.

Reference EASA 2008.C.06/30800/R20090095/30800000/FBR/RLO

15. Melis DJ, Silva JM, Silvestre MA, Yeun R. The effects of changing passenger weight on aircraft flight performance. J Transp Health. 2019; 13: 41-62. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.03.003>



**bmi journal**  
seco-seedo