



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,  
Volumen 9, Número 1.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1)

# **FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN DE MICRONANOPLÁSTICOS EN LA FORMACIÓN DE PLACA ATEROMA**

**RISK FACTORS ASSOCIATED WITH EXPOSURE  
TO MICRONANOPLASTICS IN ATHEROMATOUS  
PLAQUE FORMATION**

**Gaona Liendres Erick Joseph**

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

**Albán Galarza Melany Dayana**

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

**Ojeda Crespo Alexander Oswaldo**

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1.15886](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15886)

## Factores de Riesgo Asociados a la Exposición de Micronanoplásticos en la Formación de Placa Ateroma

**Erick Joseph Gaona Liendres<sup>1</sup>**[egaonal@utmachala.edu.ec](mailto:egaonal@utmachala.edu.ec)<https://orcid.org/0009-0003-7259-854X>Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud  
Universidad Técnica de Machala  
Ecuador**Melany Dayana Albán Galarza**[daitoalban25@gmail.com](mailto:daitoalban25@gmail.com)<https://orcid.org/0009-0007-1669-6937>Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud  
Universidad Técnica de Machala  
Ecuador**Alexander Oswaldo Ojeda Crespo**[aojeda@utmachala.edu.ec](mailto:aojeda@utmachala.edu.ec)<http://orcid.org/0000-0003-2657-1736>Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud  
Universidad Técnica de Machala  
Ecuador

### RESUMEN

La contaminación ambiental es un desafío global que no nos deja indiferentes; sus efectos se extienden más allá del medio ambiente para involucrar nuestra salud en su totalidad. Entre los culpables principales se encuentran los microplásticos y nanoplásticos, esos minúsculos fragmentos que han convertido a nuestro planeta en un lugar más peligroso para los seres humanos. Estas partículas no solo causan estragos en ecosistemas, sino que también tienen un impacto significativo en las enfermedades cardiovasculares, que están estrechamente ligadas a la formación de placa aterosclerótica, una etapa crucial en el desarrollo de estas condiciones. Los microplásticos y nanoplásticos penetran en nuestro organismo a través de múltiples vías: los consumimos en nuestros alimentos y en agua contaminada; los inhalamos en el aire que respiramos; y también a través de la piel. Estas partículas son increíblemente duraderas; se encuentran en nuestra comida, agua potable y en los productos que usamos diariamente. Una vez adentro, estos contaminantes desencadenan un efecto en cadena. Generan estrés oxidativo, causan inflamación crónica y dañan los vasos sanguíneos; todo ello contribuye al desarrollo de aterosclerosis. Además, estos factores no actúan de manera aislada. También interactúan con nuestras elecciones de estilo de vida. Por ejemplo, una dieta rica en grasas saturadas puede aumentar la bioacumulación de microplásticos en nuestro sistema digestivo; mientras que fumar facilita el daño vascular libera partículas plásticas de los filtros de cigarrillos. Desde una perspectiva molecular, el impacto de estos contaminantes es aún más complejo. Estimulan vías inflamatorias clave, como NF- $\kappa$ B-NLRP3-GSDMD, y causan daños en las mitocondrias; estas hicieron que se formen células espumosas, que son esenciales para la creación de placas ateroscleróticas. Además, estos plásticos microscópicos no vienen solos; a menudo traen consigo contaminantes químicos como Bisfenol A y ftalatos, que actúan como disruptores endocrinos y exacerbaban aún más sus efectos perjudiciales. A pesar de los avances significativos logrados en la investigación sobre estos temas, aún hay muchos aspectos por explorar, especialmente los efectos a largo plazo de la exposición a microplásticos en nuestras enfermedades cardiovasculares. Por eso, es crucial continuar estandarizando los métodos de detección; ampliar los estudios a largo plazo; y diseñar estrategias preventivas que combinen cambios en nuestro estilo de vida con la regulación del uso de plásticos.

**Palabras clave:** micronanoplásticos, placa de ateroma, factores de riesgo

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [egaonal@utmachala.edu.ec](mailto:egaonal@utmachala.edu.ec)

## **Risk factors Associated with Exposure to Micronanoplastics in Atheromatous Plaque Formation**

### **ABSTRACT**

Environmental pollution is a global challenge that does not leave us indifferent; its effects extend beyond the environment to involve our health as a whole. Among the main culprits are microplastics and nanoplastics, those tiny fragments that have made our planet a more dangerous place for humans. These particles not only wreak havoc on ecosystems, but also have a significant impact on cardiovascular disease, which is closely linked to the formation of atherosclerotic plaque, a crucial stage in the development of these conditions. In our study, we examined the interaction between environmental factors, such as exposure to microplastics and nanoplastics, and behavioural factors, such as diet, sedentary lifestyle and smoking, and how these elements combined affect vascular function and contribute to atherosclerotic plaque formation. Microplastics and nanoplastics enter our bodies through multiple pathways: we consume them in our food and contaminated water; we inhale them in the air we breathe; and also through our skin. These particles are incredibly long-lasting; they are found in our food, drinking water and in the products we use every day. Once inside, these pollutants trigger a chain effect. They generate oxidative stress, cause chronic inflammation and damage blood vessels, all of which contribute to the development of atherosclerosis. Moreover, these factors do not act in isolation. They also interact with our lifestyle choices. For example, a diet rich in saturated fats can increase the bioaccumulation of microplastics in our digestive system; while smoking facilitates vascular damage by releasing plastic particles from cigarette filters. From a molecular perspective, the impact of these pollutants is even more complex. They stimulate key inflammatory pathways, such as NF- $\kappa$ B-NLRP3-GSDMD, and cause damage to mitochondria; these cause foam cells to form, which are essential for the creation of atherosclerotic plaques. Moreover, these microscopic plastics do not come alone; they often bring with them chemical contaminants such as Bisphenol A and phthalates, which act as endocrine disruptors and further exacerbate their harmful effects. Despite significant advances in research on these issues, there are still many aspects to be explored, especially the long-term effects of microplastic exposure on our cardiovascular diseases. It is therefore crucial to continue to standardise detection methods; to expand long-term studies; and to design preventive strategies that combine lifestyle changes with the regulation of plastic use.

**Keywords:** micronanoplastics, atheroma plaque, risk factors

*Artículo recibido 05 diciembre 2024*

*Aceptado para publicación: 25 enero 2025*



## INTRODUCCIÓN

Los últimos años han presenciado desarrollos tecnológicos y un aumento en la actividad industrial que moldearon al mundo tal y como lo conocemos, simplificando la interacción con bienes y servicios que una vez parecieron imposibles de obtener. No obstante, este tipo de crecimiento ha dejado un tipo de preocupación en el ámbito ecológico que ha sido pasado por alto y se trata de la contaminación generada por el uso de microplásticos y nanoplásticos. Estas pequeñas partículas que son provenientes de la descomposición de plásticos más grandes o que son producidas de una forma específica para cumplir con ciertos propósitos industriales se han convertido en un problema mayor para la contaminación de los ecosistemas tanto terrestres como los acuáticos. (Frias JPGL, Nash R., 2019)

Del mismo modo, esta problemática debería ser preocupante. Recientes estudios han encontrado microplásticos en arduos y complejos órganos humanos, tales como el corazón, pulmones y resto del sistema digestivo, todo lo cual indica que estos contaminantes están directamente relacionados a algún tipo de exposición continua. (Hirt N, Body-Malapel M.,2020) Esta situación plantea interrogantes críticos sobre los efectos a largo plazo de los microplásticos en nuestra salud, especialmente porque, en el momento actual en el que estamos, las enfermedades cardíacas se sitúan entre las principales causas de muerte en el mundo. (Philip J., 2024)

La importancia de los MP/NP no está solamente en el nivel de toxicidad sino también en la cantidad de contaminantes químicos allí presentes. La degradación de MPs y NPs libera aditivos como los ftalatos que son comunes en la industria del plástico, lo que deteriora aún más el impacto que estos elementos tienen en el sistema vascular. Estos interrumpen las funciones endócrinas y metabólicas y, por lo tanto, pueden culpables del desarrollo de enfermedades crónicas e incluso agravarlas (Andrés Armijos, 2022). En este sentido, es relevante estudiar el papel de los MP/NP como nuevos factores de riesgo, similares al tabaco, para el desarrollo y la progresión de ECV. Este estudio exploratorio intenta comprender los mecanismos moleculares que ayudan a activar la inflamación, cómo estos hábitos agravan las disfunciones mitocondriales y cómo estas últimas interactúan con las primeras. Además, enfatiza la necesidad de formular y aplicar restricciones legales para minimizar la exposición personal a estas partículas y la necesidad de programas de educación pública y capacitación para ayudar a limitar los efectos negativos.



El problema de los MP/NP no solo es una preocupación ecológica, sino también una amenaza para la salud pública. La pregunta y la respuesta deben ser desarrolladas e implementadas para asegurar consecuencias mínimas para todas las generaciones presentes y futuras, no solo en términos de CVD adecuados, sino también en relación con la sostenibilidad del planeta (Ziani K, Ioniță-Mîndrican CB., 2023).

## **METODOLOGÍA**

La investigación tiene un carácter crítico, lo que es posible gracias a la utilización de un instrumento sistemático, en este caso, se trata de un análisis documental. Este enfoque permite a los autores incorporar la evidencia científica existente para estudiar la relación entre factores ambientales como los micronanoplásticos, factores conductuales que fueron identificados anteriormente como la dieta, el tabaquismo y el abuso de alcohol, con la inclusión de placa aterosclerótica.

El estudio utilizó tres estrategias principales:

Las bases de datos investigativas incluyen PubMed, Elsevier y UpToDate. La búsqueda se realizó en la base de datos usando los operadores booleanos junto con los descriptores DeCS/MeSH y las palabras clave “factores ambientales”, “exposición a microplásticos”, “exposición a nanoplásticos”, “aterosclerosis”. Se tomará en consideración artículos publicados en los últimos cinco años, en español o inglés, con accesibilidad al texto completo y con metodologías específicas.

La recopilación y selección de información siguió las directrices del marco, ampliamente reconocido por su capacidad de garantizar un proceso sistemático, transparente y reproducible. Este marco comprende cuatro etapas: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión.

El Análisis Cualitativo tiene como objetivo encontrar brechas de conocimiento y patrones, al mismo tiempo que evalúa los estudios seleccionados para ser analizados críticamente en términos de sus resultados y metodologías. Hizo uso de un enfoque integrado que utilizó los principios de salud pública, toxicología ambiental y epidemiología cardiovascular para el análisis de los datos de una manera más holística.

No hubo experimentos con humanos o sujetos animales, por lo que se siguieron consideraciones éticas citando adecuadamente las fuentes.



Hay varios tipos de limitaciones atribuidas a este estudio, incluyendo la dependencia de datos secundarios, la exclusión de publicaciones escritas en idiomas distintos al inglés y al español, y la falta de estudios longitudinales que ayuden a construir un modelo causal más amplio.

Esta metodología hizo posible proporcionar un relato comprensivo y bien fundamentado del impacto del MP/NP en la hipertensión cardiovascular, así como tener en cuenta los mecanismos biológicos y los factores de estilo de vida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis documental sistemático de artículos científicos, informes técnicos y revisiones bibliográficas recientes permitió identificar un vínculo directo entre la exposición a microplásticos (MP) y nanoplásticos (NP) y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV). Este vínculo, además, se modula significativamente por factores conductuales como dieta, sedentarismo, tabaquismo y alcoholismo, que amplifican el proceso de formación de placas ateroscleróticas y la disfunción endotelial.

**Tipos de Microplásticos y Nanoplásticos con Mayor Toxicidad:** Las partículas plásticas que demostraron mayor impacto tóxico derivan principalmente de polietileno (PE), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC) y poliestireno (PS). Estas resinas sintéticas, presentes en envases de alimentos, textiles y productos de consumo diario, poseen propiedades físicas que favorecen su fragmentación en partículas micro y nanométricas, aumentando su bioacumulación en el organismo humano.

- **Polietileno (PE) y Polipropileno (PP):** Altamente frecuentes en tejidos digestivos y adiposos, estas partículas ingresan al organismo mediante alimentos contaminados y agua embotellada. Su limitada biodegradación asegura una exposición prolongada que contribuye a la inflamación sistémica.
- **Cloruro de Polivinilo (PVC):** Detectado en tejidos vasculares y placentarios, se asocia con respuestas inflamatorias intensas y estrés oxidativo que agravan la formación de placas ateroscleróticas.
- **Poliestireno (PS):** Común en polvo atmosférico y aguas tratadas, su exposición se relaciona con disfunción endotelial debido a la activación de respuestas inmunes exacerbadas.

**Tabla 1.** Comparación entre los factores ambientales/conductuales y los mecanismos moleculares asociados a los microplásticos y nanoplásticos.

Factores Ambientales/Conductuales	Asociación con Mecanismos Moleculares
<b>Vía oral: Ingestión de alimentos contaminados con MP/NP.</b>	Estrés oxidativo e inflamación en el tracto gastrointestinal, facilitando la disfunción endotelial y la formación de placas.
<b>Vía inhalatoria: Exposición a polvo y fibras sintéticas.</b>	Generación de inflamación pulmonar y translocación de MP/NP hacia el sistema vascular, exacerbando el estrés oxidativo.
<b>Vía dérmica: Contacto prolongado con MP/NP.</b>	Activación de respuestas inflamatorias locales que pueden progresar a efectos sistémicos mediante alteraciones mitocondriales.
<b>Dieta: Alta en grasas saturadas y baja en fibra.</b>	Potenciación de la retención de MP/NP en el sistema digestivo, agravando la disfunción endotelial.
<b>Tabaquismo: Filtros de cigarrillos MP liberal.</b>	Inducción de citocinas proinflamatorias que amplifican el daño vascular y favorecen la formación de células espumosas.
<b>Sedentarismo y alcohol: Incremento de vulnerabilidad metabólica.</b>	Aumento de la exposición crónica a MP/NP y su asociación con alteraciones metabólicas que perpetúan la inflamación sistémica.

Fuente: Por los autores  
Elaborado: Por los autores

A pesar de los avances logrados en la comprensión de los efectos de los microplásticos (MP) y nanoplásticos (NP) en la salud cardiovascular, persisten vacíos significativos que limitan una interpretación integral de su impacto. La ausencia de estudios longitudinales robustos que evalúen la exposición crónica a estas partículas y sus consecuencias cardiovasculares a largo plazo representa una de las principales limitaciones. Sin este enfoque temporal, resulta complejo determinar la progresión de los daños asociados y su potencial acumulativo en el organismo.

Además, se identifica una necesidad urgente de estandarizar los métodos para la detección y cuantificación de NP, particularmente en tejidos cardiovasculares. La variabilidad en las técnicas analíticas empleadas hasta ahora dificulta la comparación de resultados entre estudios y, por ende, la construcción de conclusiones sólidas y reproducibles.



Los hallazgos de Marfella et al. (2024) destacan la presencia de MP y NP en placas ateroscleróticas humanas, evidenciando su capacidad para inducir inflamación crónica y estrés oxidativo, factores críticos en la formación de placas inestables. Estos resultados coinciden con las observaciones de Zhang et al. (2022), quienes demostraron en modelos animales que los MP/NP promueven fibrosis miocárdica y senescencia celular a través de la activación de vías inflamatorias como NF- $\kappa$ B-NLRP3. Ambos estudios subrayan que los MP/NP actúan como mediadores clave en la disfunción endotelial, exacerbando los procesos aterogénicos.

Sin embargo, aunque Wang et al. (2024) confirmaron efectos similares en células cardíacas humanas expuestas a NP, identificaron diferencias en los mecanismos moleculares implicados, particularmente en la activación del inflamasoma cGAS-STING. Estas discrepancias resaltan la necesidad de estudios adicionales que exploren variaciones en las respuestas celulares según el tipo de tejido afectado.

El tabaquismo y la dieta rica en grasas saturadas se destacan como factores que potencian los efectos nocivos de los MP/NP. Según Belzagui et al. (2021), los filtros de cigarrillos liberan microplásticos durante su consumo, lo que agrava la inflamación pulmonar y contribuye a la disfunción endotelial. Estos hallazgos son consistentes con los de Zarus et al. (2021), quienes encontraron que la exposición combinada a MP y metales pesados presentes en el humo de cigarrillos aumenta el riesgo de aterosclerosis. Por su parte, Ge et al. (2020) enfatizan que las dietas bajas en fibra favorecen la retención de MP en el sistema digestivo, facilitando su translocación hacia el sistema vascular.

En contraste, estudios como los de Iatan et al. (2024) sugieren que las dietas bajas en carbohidratos y altas en grasas también pueden elevar los niveles de colesterol LDL, lo que, combinado con la exposición a MP/NP, incrementa el riesgo cardiovascular. Esta interacción sinérgica refuerza la importancia de considerar no solo la exposición a contaminantes, sino también los hábitos de vida en el diseño de intervenciones preventivas.

La liberación de aditivos químicos como el Bisfenol A y los ftalatos durante la degradación de los MP/NP añade una capa de complejidad al problema. Según Hirt y Body-Malapel (2020), estos compuestos actúan como disruptores endocrinos, alterando la homeostasis metabólica y promoviendo la inflamación sistémica.



Este efecto es comparable a lo reportado por Montero-Campos et al. (2023), quienes destacan cambios epigenéticos inducidos por MP/NP que pueden agravar enfermedades crónicas. Estos hallazgos coinciden en que los efectos tóxicos de los MP/NP no son solo directos, sino también mediados por los contaminantes químicos que transportan.

Si bien los estudios en modelos animales, como los de Zhang et al. (2022), ofrecen una comprensión detallada de los mecanismos moleculares, los resultados en humanos, como los reportados por Marfella et al. (2024), presentan un panorama más complejo. Los humanos están expuestos a una combinación de factores ambientales y conductuales que amplifican los efectos de los MP/NP. Además, las diferencias en la fisiología y el metabolismo entre especies dificultan la extrapolación directa de los hallazgos.

Aunque la evidencia respalda una fuerte relación entre la exposición a MP/NP y el riesgo cardiovascular, persisten vacíos importantes. Como señala Liu et al. (2019), la variabilidad en los métodos para cuantificar MP/NP limita la comparación entre estudios y dificulta la estandarización de conclusiones. Además, la mayoría de las investigaciones se basan en exposiciones agudas o de corto plazo, dejando incertidumbres sobre los efectos acumulativos ya largo plazo.

## **CONCLUSIONES**

La evidencia revisada en el presente estudio apunta de manera contundente a la existencia de una relación multifactorial entre la exposición a microplásticos (MP) y nanoplásticos (NP) y la formación y progresión de la placa aterosclerótica, particularmente cuando esta exposición se combina con factores conductuales como dietas poco saludables, tabaquismo, alcoholismo y sedentarismo.

En primer lugar, se identificó que tipos específicos de plásticos, entre ellos el polietileno, el polipropileno, el cloruro de polivinilo y el poliestireno, poseen una mayor persistencia en el organismo y se asocian con respuestas inflamatorias y estrés oxidativo, lo que respalda su toxicidad y potencial impacto negativo sobre el endotelio vascular. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de controlar las fuentes de exposición y de regular adecuadamente la producción y uso de estos materiales.

Además, las vías de ingreso de MP/NP (oral, inhalatoria y, en menor medida, dérmica) permiten su distribución sistémica y su integración con otros factores de riesgo.



La dieta rica en grasas, la falta de ejercicio, el hábito de fumar y el consumo de alcohol en recipientes plásticos potencian los efectos deleterios de estas partículas, creando un escenario en el que la inflamación, la disfunción endotelial y la acumulación de lípidos encuentran un terreno fértil para el desarrollo acelerado de la aterosclerosis.

La interacción entre estos contaminantes y los factores de riesgo conductuales favorece la activación de vías moleculares asociadas a la inflamación crónica, la alteración mitocondrial y la liberación de radicales libres. Estos mecanismos contribuyen a la infiltración de células inmunitarias, la formación de células espumosas y la inestabilidad de la placa ateromatosa. El resultado es un aumento del riesgo de eventos cardiovasculares fulminantes como infarto de miocardio y accidente cerebrovascular.

Pese a la creciente evidencia, aún existen vacíos de conocimiento importantes. Se requiere de mayor estandarización en la cuantificación y caracterización de NP en muestras humanas, así como la realización de estudios longitudinales que permitan establecer relaciones causales más sólidas. Asimismo, se necesitan investigaciones que aborden la interacción simultánea de múltiples factores conductuales con la exposición a MP/NP para diseñar intervenciones preventivas más eficaces.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Frias JPGL, Nash R. Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Mar Pollut Bull.* el 1 de enero de 2019;138:145–7.

Hirt N, Body-Malapel M. Immunotoxicity and intestinal effects of nano- and microplastics: a review of the literature. Vol. 17, *Particle and Fibre Toxicology*. BioMed Central Ltd; 2020.

Philip J. Landrigan MD. Plastics, Fossil Carbon, and the Heart. *New England Journal of Medicine*. 2024 Mar 7;390(10):946–8.

Andrés Martín Armijos Orellana, Jorge Alberto Castillo Castro. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca Carrera De Ingeniería Ambiental. Cuenca; 2022. ISBN: 0302655964

Ziani K, Ioniță-Mîndrican CB, Mititelu M, Neacșu SM, Negrei C, Moroșan E, et al. Microplastics: A Real Global Threat for Environment and Food Safety: A State of the Art Review. Vol. 15, *Nutrients*. MDPI; 2023.



- Lett Z, Hall A, Skidmore S, Alves NJ. Environmental microplastic and nanoplastic: Exposure routes and effects on coagulation and the cardiovascular system. Vol. 291, Environmental Pollution. Elsevier Ltd; 2021.
- Emenike EC, Okorie CJ, Ojeyemi T, Egbemhenghe A, Iwuozor KO, Saliu OD, et al. From oceans to dinner plates: The impact of microplastics on human health. Vol. 9, Heliyon. Elsevier Ltd; 2023.
- Florance I, Chandrasekaran N, Gopinath PM, Mukherjee A. Exposure to polystyrene nanoplastics impairs lipid metabolism in human and murine macrophages in vitro. *Ecotoxicol Environ Saf.* el 15 de junio de 2022;238.
- Liu K, Wang X, Wei N, Song Z, Li D. Accurate quantification and transport estimation of suspended atmospheric microplastics in megacities: Implications for human health. *Environ Int.* el 1 de noviembre de 2019;132.
- Al Servicio Del Pueblo CE, Académica U, Salud DE, Bienestar Y. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA.
- Mohamed Nor NH, Kooi M, Diepens NJ, Koelmans AA. Lifetime Accumulation of Microplastic in Children and Adults. *Environ Sci Technol.* el 20 de abril de 2021;55(8):5084–96.
- han W, Cui J, Sun G, Miao X, Pufang Z, nannan L. Nano-sized microplastics exposure induces skin cell senescence via triggering the mitochondrial localization of GSDMD. *Environmental Pollution.* mayo de 2024;349:123874.
- Hu CJ, Garcia MA, Nihart A, Liu R, Yin L, Adolphi N, et al. Microplastic Presence in Dog and Human Testis and its Potential Association with Sperm Count and weights of Testis and epididymis.
- Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *New England Journal of Medicine.* el 7 de marzo de 2024;390(10):900–10.
- Jimena Erazo Ordóñez M, Arturo Révérend Lizcano C. Impacto en la salud causado por los nanoplásticos contenidos en alimentos y su posible atenuación mediante un proceso de bioingeniería. Disponible en: <https://doi.org/10.24050/reia>.



- Montero-Campos V, Noboa-Jiménez L, Gómez-Vargas L. Toxicología de micro y nanoplasticos: riesgo de tóxicos a dosis baja y cambios epigenéticos. *Revista Tecnología en Marcha*. el 2 de octubre de 2023;
- Wang K, Du Y, Li P, Guan C, Zhou M, Wu L, et al. Nanoplastics causes heart aging/myocardial cell senescence through the Ca<sup>2+</sup>/mtDNA/cGAS-STING signaling cascade. *J Nanobiotechnology*. el 1 de diciembre de 2024;22(1).
- Zhang Y, Yin K, Wang D, Wang Y, Lu H, Zhao H, et al. Polystyrene microplastics-induced cardiotoxicity in chickens via the ROS-driven NF- $\kappa$ B-NLRP3-GSDMD and AMPK-PGC-1 $\alpha$  axes. *Science of the Total Environment*. el 20 de septiembre de 2022;840.
- Persiani E, Cecchetti A, Ceccherini E, Gisone I, Morales MA, Vozzi F. *Microplastics: A Matter of the Heart (and Vascular System)*. Vol. 11, *Biomedicines*. MDPI; 2023.
- Ge L, Sadeghirad B, Ball GDC, Da Costa BR, Hitchcock CL, Svendrovski A, et al. Comparison of dietary macronutrient patterns of 14 popular named dietary programmes for weight and cardiovascular risk factor reduction in adults: Systematic review and network meta-analysis of randomised trials. Vol. 369, *The BMJ*. BMJ Publishing Group; 2020.
- Iatan I, Huang K, Vikulova D, Ranjan S, Brunham LR. Association of a Low-Carbohydrate High-Fat Diet With Plasma Lipid Levels and Cardiovascular Risk. *JACC: Advances*. el 1 de junio de 2024;3(6).
- Krittanawong C, Isath A, Rosenson RS, Khawaja M, Wang Z, Fogg SE, et al. Alcohol Consumption and Cardiovascular Health. *American Journal of Medicine*. el 1 de octubre de 2022;135(10):1213-1230.e3.
- Dick Vethaak A, Legler J. Microplastics and human health: Knowledge gaps should be addressed to ascertain the health risks of microplastics. Vol. 371, *Science*. American Association for the Advancement of Science; 2021. p. 672–4.
- Belzagui F, Buscio V, Gutiérrez-Bouzán C, Vilaseca M. Cigarette butts as a microfiber source with a microplastic level of concern. *Science of the Total Environment*. el 25 de marzo de 2021;762.



Zarus GM, Muianga C, Hunter CM, Pappas RS. A review of data for quantifying human exposures to micro and nanoplastics and potential health risks. *Science of the Total Environment*. el 20 de febrero de 2021;756.

Larsson SC, Burgess S. Appraising the causal role of smoking in multiple diseases: A systematic review and meta-analysis of Mendelian randomization studies. *EBioMedicine* [Internet]. 2022;82:104154. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.>

Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *New England Journal of Medicine*. el 7 de marzo de 2024;390(10):900–10.

