



Revista Colombiana de Cirugía

ISSN: 2011-7582

ISSN: 2619-6107

Asociación Colombiana de Cirugía

Prieto-Ortiz, Robin Germán
Contaminación ambiental por plásticos durante la pandemia y sus efectos en la salud humana
Revista Colombiana de Cirugía, vol. 38, núm. 1, 2023, Enero-Marzo, pp. 22-29
Asociación Colombiana de Cirugía

DOI: <https://doi.org/10.30944/20117582.2203>

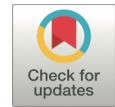
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=355576259002>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

UNEM 

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Contaminación ambiental por plásticos durante la pandemia y sus efectos en la salud humana

Environmental pollution by plastics during the pandemic and its effects on human health

Robin Germán Prieto-Ortiz¹

1 Médico, especialista en Cirugía general, especialista en Gastroenterología y Endoscopia digestiva, Centro de Enfermedades Hepáticas y Digestivas CEHYD; editor asociado, Revista Colombiana de Cirugía, Bogotá, D.C., Colombia.

Resumen

La historia del plástico se remonta a mediados del siglo XIX, y se considera que se origina por el interés de cambiar la materia prima en la fabricación de las bolas de billar, hechas originalmente en marfil. Desde entonces y a lo largo de muchos años, el polietileno, cloruro de polivinilo, poliestireno, polimetilmetacrilato, polietilentereftalato (PET), las poliamidas y otras sustancias similares han formado parte del día a día de la humanidad, a tal punto que algunos expertos en el tema consideran que estamos viviendo “La era del plástico”.

Todos los insumos y elementos plásticos han facilitado la vida, pero también han causado una gran contaminación ambiental que afecta la fauna, la flora y por supuesto al ser humano. La gran mayoría de los países han comprendido esta situación y han promulgado leyes o diseñado estrategias con el fin de contener el uso inadecuado y la generación de la contaminación causada por el plástico.

Muchas de estas medidas han sido frenadas e incluso revertidas debido a la pandemia por COVID-19, que además de todas las afectaciones conocidas, ha causado un desmesurado incremento en el uso de materiales plásticos, como los elementos de protección personal, con el consecuente aumento de la contaminación y los riesgos que esta genera en la salud humana. Estos temas son tratados en este artículo, con el fin de concientizar al personal médico y a la población en general.

Palabras clave: plástico; pandemia; contaminación; COVID-19; legislación.

Abstract

The history of plastic dates back to the mid-nineteenth century, and it is considered that it originates from the interest in changing the raw material in the manufacture of billiard balls, originally made of ivory. Since then and for many years, polyethylene, polyvinyl chloride, polystyrene, polymethyl methacrylate, polyethylene terephthalate (PET),

Fecha de recibido: 12/05/2022 - Fecha de aceptación: 23/07/2022 - Publicación en línea: 23/09/2022

Correspondencia: Robin Germán Prieto-Ortiz, Calle 127 # 28 A 19 consultorio 412, Edificio Acomédica I, Bogotá D.C., Colombia. Teléfono: +57 317 367 33 37. Dirección electrónica: rgprietoo@hotmail.com

Citar como: Prieto-Ortiz RG. Contaminación ambiental por plásticos durante la pandemia y sus efectos en la salud humana. Rev Colomb Cir. 2023;38:22-9. <https://doi.org/10.30944/20117582.2203>

Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - BY-NC-ND <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

polyamides and other similar substances have been part of humanity's daily life, to the point that some consider that we are living 'The era of plastic'.

All the inputs and plastic elements have made life easier, but they have also caused great environmental pollution that affects fauna and flora, and of course the human being. The vast majority of countries have understood this situation, have enacted laws and designed strategies in order to contain the inappropriate use and generation of pollution caused by plastic.

Many of these measures have been stopped and even reversed due to the COVID-19 pandemic, which in addition to all the known effects, has caused a disproportionate increase in the use of plastic materials, such as personal protection elements with the consequent increase in pollution and the risks it generates for human health. These issues are addressed in this article, in order to raise awareness among medical personnel and the general population.

Keywords: plastic; pandemic; contamination; COVID-19; legislation.

Introducción

El uso del material plástico se popularizó en el siglo XX, en la década de los cincuenta, y desde entonces se ha incrementado, entre otras razones por su disponibilidad, versatilidad, durabilidad, resistencia al agua y utilidad en diversos sectores, especialmente en el área de la salud. Algunos investigadores mencionan que desde entonces se han producido entre 7800 y 8300 millones de toneladas de este material y que el 50 % ha sido usado entre los años 2004 y 2017. Cerca del 9 % de esta cantidad ha sido reciclado, el 12 % incinerado y el 79 % depositado en basureros o desechado al medio ambiente.

Desde antes de la pandemia por COVID-19 se consideraba el manejo inadecuado de los residuos plásticos como una epidemia. En el foro económico mundial de 2016 se presentaron cifras alarmantes, estimando que, para ese momento, el plástico circulante en el medio marino correspondía a 150 millones de toneladas, que el 10 % de los desechos plásticos iban a parar al mar y que para el año 2050 el volumen de plástico en el mar superaría al de los peces ^{1,2}.

De acuerdo a otros cálculos, se ha mencionado que para el año 2030, los desechos plásticos, incluidos los micro y nano plásticos se habrán duplicado. Hecho que probablemente ocurrirá antes, debido al consumo excesivo de plástico de un solo uso ocurrido como consecuencia de la pandemia por COVID-19 ³.

A nivel mundial, las políticas gubernamentales tendientes al control de los residuos plásticos han

aumentado, pero la capacidad actual de reciclaje y las buenas prácticas no son suficientes, comparadas con la producción y consumo que se han incrementado en esta época. Los equipos médicos y especialmente los elementos de protección personal (EPP) están fabricados por materiales plásticos, en la mayoría de los casos son de un solo uso y no son reciclables, lo que representa una gran amenaza para el medio ambiente y para la salud humana.

Pandemia e incremento en el consumo de elementos plásticos

En todo el mundo y dependiendo de cada área de la salud o especialidad médica, la pandemia causó un aumento en el consumo de diversos insumos, sobre todo el uso de los elementos de protección personal conformado por protector facial, careta o visor, tapabocas, guantes, gorros, polainas, delantal o vestido desechable, entre otros, que fueron usados de forma rutinaria por el personal médico y de salud, y por gran parte de la población en general (figura 1).

El aumento en el consumo de tapabocas es tal que, en junio de 2020 se produjeron en China 200 millones de mascarillas faciales por día, cuando a principios del mismo año se fabricaba una cantidad veinte veces menor. Las mascarillas desechables pueden ser hechas en diferentes materiales poliméricos como polipropileno (materia prima en la fabricación de los plásticos), poliuretano, poliacrilonitrilo, poliestireno, policarbonato, polietileno, o poliéster y constan de tres capas, una



Figura 1. Incremento y generación de nuevos insumos por la pandemia COVID-19. A, Caretas, plásticos de protección, alcohol, vestidos desechables en unidades de endoscopia. B, Desinfectantes, delantales y filtros en unidades quirúrgicas. C, Caretas, mezcladores, petos, desinfectantes en unidades odontológicas. Fuente: elaboración propia.

interna que es un material fibroso, una intermedia o de filtro y una exterior resistente al agua. La capa principal, intermedia o de filtrado, está fabricada con nano o microfibras dependiendo del tamaño de la partícula a filtrar ⁴.

Ocurrió además un incremento justificado pero desmesurado de sustancias viricidas como geles y alcohol, con el consecuente aumento de desechos de envases plásticos, algo preocupante, especialmente teniendo en cuenta que ninguno de ellos puede ser reciclado ⁵.

La pandemia también propició el incremento en el consumo de alimentos para llevar, lo que generó una mayor producción y contaminación por cubiertos plásticos y recipientes para la distribución o entrega de comida y de otros recipientes

desechable o de un solo uso; igual ocurrió con el consumo de agua embotellada. Todos estos elementos están fabricados con polímeros (poliestireno, polipropileno, etc.) que también han sido identificados como una fuente significativa de contaminación ⁴.

Contaminación y riesgo para la salud humana

Durante los procesos químicos o biológicos de degradación de los residuos plásticos, se generan partículas micro o nano que se definen como microplásticos (MP), con un diámetro inferior a 5 mm, o nanoplasticos (NP), que varían en diámetro de 1 a 1000 nm. ⁶. Dependiendo de las condiciones ambientales como temperatura, radiación

ultravioleta, humedad, salinidad, procesos físicos y mecánicos, todo tipo de elemento plástico, incluyendo las mascarillas faciales, se pueden desintegrar en partículas de menos de 5 mm, que se convierten en contaminantes ⁷.

La contaminación del medio ambiente con consecuencias sobre la flora y la fauna causada por estas sustancias ha sido demostrada por múltiples estudios ^{8,9}. En muchas fuentes de agua dulce y en todos los mares se han detectado materiales poliméricos, macro y micro plásticos, que llegan a los cuerpos de agua por lixiviación, inundación y por el viento. Todos estos desechos plásticos que llegan al mar, en su forma original o descompuestos, tienen efectos nocivos, no solo por la contaminación causada por sí mismos, sino por el riego generado y los daños sobre la fauna marina. Se ha mencionado que por lo menos 690 especies diferentes han sido afectadas por desechos, que en el 92 % de los casos corresponde a plásticos. Además, los animales marinos pueden quedar atrapado y morir por asfixia, o ingerir estas sustancias y sufrir ahogamiento ^{7,10-12}.

Los micro plásticos contienen aditivos que son toxinas reproductivas, carcinógenos y mutágenos, los cuales se pueden acumular en animales que forman parte de la cadena alimenticia, como muchos de los peces de agua dulce o de mar que finalmente son destinados al consumo de las personas, con alto riesgo de implicaciones en la salud, no comprendidas completamente aún ¹³.

Se estima que los humanos consumen de 39.000 a 52.000 partículas de microplásticos por año en los alimentos. Estudios recientes han detectado MP y NP en heces humanas, lo que confirma la exposición a través de los alimentos o el agua. Sin embargo, el efecto de los MP o NP en la salud de las personas se ha investigado poco, aunque muchos de los aditivos plásticos y químicos ambientales han sido relacionados con alteraciones endocrinas y otros efectos tóxicos. Aun así, la mayoría de los países continúan clasificando a los plásticos como residuos sólidos inofensivos ¹⁴.

Algunos estudios han encontrado MP presentes en los tejidos blandos de dos clases de bivalvos (*Mytilus edulis* y *Crassostrea gigas*) de consumo

común por los humanos; de acuerdo a dichos hallazgos, se estima que los consumidores europeos de mariscos pueden ingerir 11.000 tipos de MP en su dieta cada año ⁶. Otros estudios han identificado concentraciones de MP y NP que oscilan entre 0,07 y 5,4 partículas/g en almejas, y que no varían entre las especies silvestre y las cultivadas, identificando que las características de las partículas detectadas son similares a las encontradas en los sedimentos plásticos marinos, sugiriendo incluso la utilidad de estas almejas como un indicador biológico de contaminación por sedimentos de microplásticos ^{15,16}.

Se ha detectado la presencia de MP y NP de hasta 193 partículas/L en muestras de agua potable, concentración mucho menor que las utilizadas en modelos de estudios en animales mamíferos, por lo que se considera razonable suponer que las partículas plásticas pueden acumularse y afectar la salud. Basado en el hecho de que la gente consume entre 1200 y 1600 ml de agua por día, se puede considerar de importancia a mediano y largo plazo la exposición a MP y NP. Estas sustancias también se han detectado en la sal de mesa, la miel y el azúcar, lo que implica otras fuentes de exposición de los seres humanos. No existen datos precisos para determinar la exposición e ingesta diaria de MP y NP, ni concluyentes de la absorción de los mismos por el cuerpo humano, su ingreso al sistema circulatorio desde el tracto gastrointestinal, o su impacto final sobre los diversos órganos ^{6,17}.

La contaminación por los plásticos ha deteriorado el aspecto de sitios turísticos y recreativos, e incluso se ha planteado su incidencia en el calentamiento global debido a su contribución indirecta de las sequías ^{18,19}. Se considera que los procesos relacionados con la producción y el ciclo de vida del plástico contribuye en un 15 % a la emisión de gases de efecto invernadero y que la mala gestión de sus residuos amenaza el objetivo global de reducción de emisiones de carbono para combatir el cambio climático ²⁰.

Todo esto se ve agravado debido a la sobreproducción de material contaminado en diversas unidades médicas o de salud, y por la falta de cultura ciudadana que hace que muchos de estos

residuos sean tirados en los espacios públicos, de donde a través de los alcantarillados puede llegar finalmente a los océanos, incrementando la contaminación por micro plásticos (figura 2).

Legislación y normatividad

A nivel mundial, el uso del material plástico y la adecuada disposición de sus desechos, han sido tratados en mayor o menor grado por la mayoría de los gobiernos; además existen diversas comunidades e instituciones sin ánimo de lucro dedicadas a impartir educación, tratando de concientizar a la población acerca de la importancia de disminuir la “huella de plástico” y dedicadas a limpiar playas y océanos.

La Organización Marítima Internacional, organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), promovió y respaldó la firma del “Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques” [Marine

Pollution (MARPOL)], suscrito en 1973 por 134 países. Este es el principal convenio internacional relacionado con la prevención de la contaminación del medio marino a causa de factores de funcionamiento o accidentales por parte de los buques. Infortunadamente este convenio, que fue aprobado en Colombia mediante la Ley 12 de 1981, no ha logrado disminuir de forma importante la contaminación plástica en el ecosistema acuático.

El “Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación incluyendo el manejo de los desechos plásticos”, se suscribió el 22 de marzo de 1989 y empezó a regir el 5 de mayo de 1992, siendo ratificado en 2019 por 180 países²¹. Este Convenio fue aprobado en Colombia mediante la ley 253 de 1996 y es el primer y único tratado internacional relacionado con desechos peligrosos del cual hacemos parte.



Figura 2. Incremento en residuos plásticos. A-B, tapabocas desechados de forma inadecuada en el medio ambiente. C, incremento en volumen de residuos en unidades sanitarias. Fuente: elaboración propia.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés) es un organismo dependiente de la ONU, que ayuda a coordinar actividades ambientales mediante la aplicación de políticas y prácticas ecológicamente racionales, y declaró en el año 2017 la contaminación plástica como una crisis mundial. Como parte de sus políticas ambientales, la Unión Europea prohibió en 2018 diez productos de consumo de plástico de un solo uso y de pesca, que constituyen cerca del 70 % de la basura marina. Para julio del mismo año, 127 países habían decretado medidas legislativas relacionadas con el uso de estos productos (envases, bolsas de plástico, etc.) y 91 de esos países habían establecido algún tipo de prohibición parcial o la eliminación progresiva en la fabricación, importación y distribución minorista de productos plásticos de un solo uso y la promoción del uso de bolsas reutilizables, entre ellos Colombia²².

Otras medidas diseñadas incluyen el pago de impuestos ambientales, tarifas o cargos especiales, y medidas de responsabilidad ampliada por parte de los productores como programas de depósito-reembolso, devolución y eliminación de desechos²³. Aun así, el reciclaje de plásticos, en particular de los de un solo uso sigue siendo muy bajo en comparación con otros materiales como vidrio, papel y metal.

Vale la pena resaltar que, en Colombia mediante la ley 1973 del 19 de julio de 2019 se prohibió el ingreso, comercialización y uso de bolsas y otros materiales plásticos en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina e Islas menores, y que desde el año 2020 está prohibido el ingreso y uso de plásticos de un solo uso, en los territorios del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN). Existen además proyectos de ley que buscan prohibir a partir del 01 de enero del 2025 el uso de elementos de plásticos de un solo uso como bolsas utilizadas para empacar periódicos, mezcladores y pitillos para bebidas, soportes plásticos para las bombas de inflar, envases y recipientes.

La pandemia por el COVID-19 afectó de manera importante el desarrollo de las políticas de reducción de plástico a nivel mundial, con un im-

pacto negativo en el medio ambiente y en la salud humana. Algunas de las políticas de reducción de plásticos y estrategias de gestión de residuos plásticos se han revertido recientemente o pospuesto temporalmente²⁴.

Infortunadamente algunas instituciones han aprovechado esta pandemia para derogar las prohibiciones en el uso de bolsas desechables. Empresas que alguna vez incentivaron en los consumidores el uso de bolsas reutilizables han cambiado sus políticas por el uso de empaques plásticos. La pandemia causó un aumento de los residuos domésticos, tanto orgánicos como inorgánicos que se acompaña indirectamente de una amplia gama de problemas ambientales. Los desechos médicos también se han aumentado; por ejemplo, los hospitales de Wuhan produjeron un promedio de 240 toneladas métricas de desechos médicos por día durante el brote inicial, en comparación con su promedio anterior de menos de 50 toneladas. Como resultado de la pandemia, países como Estados Unidos han dejado de lado programas de reciclaje en algunas de sus ciudades, debido a la preocupación relacionada con el riesgo de propagación del COVID-19 en los centros de reciclaje²⁵.

El incremento en el manejo de los residuos plásticos sigue siendo un desafío, y requiere diseñar nuevas estrategias y mejorar las ya establecidas para la recolección de residuos y su clasificación, lo que dependen en gran medida de la infraestructura disponible y los recursos económicos de cada país²⁶.

Conclusiones

Se deben crear programas de educación y reforzar los ya existente para concientizar a las personas y a las instituciones sobre el adecuado manejo de los residuos plásticos, con el fin de prevenir un aumento en la contaminación y una mayor afectación ambiental y de la salud humana. La responsabilidad individual, institucional y la política gubernamental, son indispensables para el adecuado uso y disposición de todos los elementos plásticos y, especialmente de los insumos médicos, cuya fabricación y uso se ha incrementado de manera notable durante esta pandemia.

Los sistemas de gestión de residuos han sido impactados por la pandemia, por lo que se deben plantear estrategias, revisando a nivel nacional y mundial la normatividad y leyes relacionadas con el uso de elementos plásticos, insumos médicos y el manejo de todos estos residuos. Es de suma importancia buscar el equilibrio entre las medidas de protección del personal de la salud, la población en general y las políticas de salud pública y la protección medio ambiental.

Cumplimiento de normas éticas

Consentimiento informado: por tratarse de un artículo de reflexión basado en la revisión de artículos no requiere consentimiento informado.

Conflicto de intereses: El autor declaró no tener conflictos de interés.

Financiación: Recursos propios del autor

Referencias

- Schmaltz E, Melvin EC, Diana Z, Gunady E, Rittschof D, Somarelli J, et al. Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution. *Environ Int.* 2020;144:1-17. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106067>
- Geyer R, Jambeck JR, Law KL. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci. Adv.* 2017;3:e10700782. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>
- Patrício-Silva AL, Prata JC, Walker TR, Duarte C, Ouyang W, Barcelò D, et al. Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. *Chem Eng J.* 2021;405:e126683. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126683>
- Aragaw TA. Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario. *Mar Pollut Bull.* 2020;159:e111517. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111517>
- Higginson R, Jones B, Kerr T, Ridley AM. Paramedic use of PPE and testing during the COVID-19 pandemic. *Journal of Paramedic Practice.* 2020;12:221-5. <https://doi.org/10.12968/jpar.2020.12.6.221>
- Jiang B, Kauffman AE, Li L, McFee W, Cai B, Weinstein J, et al. Health impacts of environmental contamination of micro- and nanoplastics: a review. *Environ Health Prev Med.* 2020;25:29. <https://doi.org/10.1186/s12199-020-00870-9>
- Schnurr REJ, Alboiu V, Chaudhary M, Corbett RA, Quanz ME, Sankar K, et al. Reducing marine pollution from single-use plastics (SUPs): a review. *Mar Pollut Bull.* 2018;137:157-71. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.001>
- Wu P, Huang J, Zheng Y, Yang Y, Zhang Y, He F, et al. Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. *Ecotoxicol Environ.* 2019;184:e109612. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612>
- Rist S, Carney-Almroth B, Hartmann NB, Karlsson TM. A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. *Sci Total Environ.* 2018;626:720-6. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.092>
- Gall S.C, Thompson R.C. The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin.* 2015;92:170-9. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Rios-Mendoza LM, Balcer M. Microplastics in freshwater environments: a review of quantification assessment. *Trends Anal Chem.* 2019;113:402-8. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.10.020>
- Schmidt N, Thibault D, Galgani F, Paluselli A, Sempéré R. Occurrence of microplastics in surface waters of the gulf of Lion (NW Mediterranean sea). *Prog Oceanogr.* 2018;163:214-20. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.11.010>
- Wright SL, Kelly FJ. Plastic and human health: A micro issue? *Environmental Science & Technology.* 2017;51:6634-47. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>
- Cox KD, Covernton GA, Davies HL, Dower JF, Juanes F, Dudas SE. Human consumption of microplastics. *Environmental Science & Technology.* 2019;53:7068-74. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01517>
- Davidson K, Dudas SE. Microplastic ingestion by wild and cultured manila clams (*venerupis philippinarum*) from baynes sound, British Columbia. *Arch Environ Contam Toxicol.* 2016;71:147-56. <https://doi.org/10.1007/s00244-016-0286-4>
- Su L, Cai HW, Kolandhasamy P, Wu CX, Rochman CM, Shi HH. Using the Asian clam as an indicator of microplastic pollution in freshwater ecosystems. *Environ Pollut.* 2018;234:347-55. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.075>
- Bouwmeester H, Hollman PC, Peters RJ. Potential health impact of environmentally released micro- and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology. *Environ Sci Technol.* 2015;49:8932-47. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01090>
- Reid AJ, Carlson AK, Creed IF, Eliason EJ, Gell PA, Johnson PTJ, et al. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biol Rev.* 2019;94:849-73. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>
- Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science.* 2015;347:768-71. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>

20. Zheng J, Suh S, Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nat Clim Chang*. 2019;9:374–8. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>
21. Vanapalli KR, Sharma HB, Ranjan VP, Samal B, Bhattacharya J, Dubey B, et al. Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post COVID-19 pandemic. *Sci Total Environ*. 2020;750:e141514. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141514>
22. Nielsen TD, Hasselbalch J, Holmberg K, Strippel J. Politics and the plastic crisis: a review throughout the plastic life cycle. *Wiley Interdiscip. Rev Energy Environ*. 2020;9:1-18. <https://doi.org/10.1002/wene.360>
23. Diggle A, Walker TR. Implementation of harmonised extended producer responsibility strategies to incentivise recovery of single-use plastic packaging waste in Canada. *Waste Manag*. 2020;110:20–3. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.013>
24. Prata JC, Silva ALP, da Costa JP, Mouneyrac C, Walker TR, Duarte AC, et al. Solutions and integrated strategies for the control and mitigation of plastic and microplastic pollution. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16:2411. <https://doi.org/10.3390/ijerph16132411>
25. Zambrano-Monserrate MA, Ruano MA, Sanchez-Alcalde L. Indirect effects of COVID-19 on the environment. *Sci Total Environ*. 2020;728:e138813. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813>
26. Patricio-Silva AL, Prata JC, Walker TR, Campos D, Duarte A, Soares A, et al. Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. *Sci Total Environ*. 2020;742:140565. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565>