



Presencia de microplásticos en sangre de donantes que acuden al banco de sangre del Hospital “Lcdo. José María Benítez”, estado Aragua, Venezuela

Franklin Pacheco-Coello ¹ .

Daniel Figueroa ² .

Joel Gutiérrez ³ .

Benito Aguilera ⁴ .

Miqui Flores ⁵ .

¹Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Bioanálisis, Departamento de Ciencias Básicas, Laboratorio de Metales Pesados. Laboratorio de Biotecnología FITOQUIMICA20 C.A
0000-0002-2765-4069

²Servicio de Salud General, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Medicina

³Servicio de Salud General, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Medicina

⁴Servicio Prácticas Profesionales de Salud Pública, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela

de Medicina

⁵Servicio de Salud General, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Medicina

Correspondencia: Instituto de Medicina Tropical - Facultad de Medicina - Universidad Central de Venezuela.

Consignado el 21 de Septiembre del 2024 a la Revista Vitae Academia Biomédica Digital.

RESUMEN

Objetivo: Este estudio clínico, analítico y de corte transversal tuvo como objetivo, identificar y cuantificar la presencia de microplásticos en sangre de donantes aparentemente sanos. **Métodos:** Participaron 37 personas que acudieron al banco de sangre del hospital “Lcdo. José María Benítez”, de La Victoria, estado Aragua, entre octubre de 2023 y febrero de 2024. Las muestras se recolectaron a través de punción venosa que se realizó mediante una aguja de acero inoxidable 21G estéril de grado quirúrgico y que se conectó al tubo de ensayo de vidrio al vacío con anticoagulante ácido etilendiaminotetraacético (EDAT), extrayendo 5 mL de sangre de la vena del donante directamente al vacutainer de vidrio mezclando la solución anticoagulante del tubo con la sangre obtenida para su preservación y manipulación. Para la identificación de los micrplásticos se empleó espectroscopía infrarroja transformada de Fourier (FTIR). **Resultados.** La presencia de micropolímeros fue confirmada en el 100 % de los donantes. Se identificaron 16 microplásticos: 43,24 %. Polietileno (PE) y polipropileno (PP): frecuencia de 10 (27,03 %). Polipropileno (PP) y poliestireno (PS): frecuencia de 5 (13,51 %). Polietileno (PE), polipropileno (PP), y poliestireno (PS): frecuencia de 6 con porcentaje de presencia de (16,22 %). **Conclusiones.** Los resultados destacan la alta concentración de estos contaminantes en la sangre, subrayando la necesidad de abordar los riesgos asociados al uso de plásticos.

PALABRAS CLAVE: Instrumental, Fragmentación, Polímeros, Xenobiótico

PRESENCE OF MICROPLASTICS IN THE BLOOD OF DONORS WHO COME TO THE BLOOD BANK OF THE HOSPITAL “LCDO. JOSÉ MARÍA BENÍTEZ”, ARAGUA STATE, VENEZUELA

SUMMARY

Objective: This clinical, analytical and cross-sectional study aimed to identify and quantify the presence of microplastics in the blood of apparently healthy donors. **Methods:** 37 people who went to the blood bank of the “Lcdo. José María Benítez”, from La Victoria, Aragua state, between October 2023 and February 2024. The samples were collected through venipuncture that was performed using a sterile 21G surgical grade stainless steel needle and that was connected to the tube vacuum glass test tube with ethylenediaminetetraacetic acid (EDAT) anticoagulant, extracting 5 mL of blood from the donor vein directly into the glass vacutainer, mixing the anticoagulant solution from the tube with the blood obtained for preservation and manipulation. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) was used to identify the microplastics. **Results.** The presence of micropolymers was confirmed in 100 % of the donors. 16 microplastics were identified: 43.24 %. Polyethylene (PE) and Polypropylene (PP): frequency

of 10 (27.03 %). Polypropylene (PP) and Polystyrene (PS): frequency of 5 13.51%. Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), and Polystyrene (PS): frequency of 6 with a percentage of presence of (16.22 %). Conclusions: The results highlight the high concentration of these contaminants in the blood, underlining the need to address the risks associated with the use of plastics.

KEY WORDS: Instrumental, Fragmentation, Polymers, Xenobiotic.

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN SANGRE DE DONANTES QUE ACUDEN AL BANCO DE SANGRE DEL HOSPITAL “LCDO. JOSÉ MARÍA BENÍTEZ”, ESTADO ARAGUA, VENEZUELA

INTRODUCCIÓN

El plástico es un material polímero semisintético caracterizado por una gran versatilidad, fuerza, ligereza, estabilidad, facilidad de esterilización y propiedades de barrera, lo que justifica la elevada utilización que actualmente existe de este material en el mundo (1). En 2020 la producción mundial de plástico alcanzó más de 390 millones de toneladas. China lideró la producción con el 32 % en 2021, un incremento de tres puntos porcentuales respecto a 2017. A continuación, Norteamérica aportó el 18 %, el resto de Asia el 17 %, Europa el 15 %, Oriente Medio y África el 8 %, Latinoamérica el 4 %, y Japón y los países del CIS el 3 % cada uno (2).

La mayoría de los autores clasifican actualmente a los residuos de microplásticos en función de su tamaño (figura 1) (3). Se considera microplástico cuando los fragmentos de plástico alcanzan un tamaño inferior a 5 mm de diámetro, mientras que se considera nanoplástico a los fragmentos que tienen un tamaño inferior a 100 nm (1). Los microplásticos pueden provenir de fuentes primarias, como pellets usados en la industria del plástico y productos de cuidado personal, o de fuentes secundarias, como fragmentos y fibras generados por la degradación de desechos plásticos más grandes debido a procesos como la foto degradación, la oxidación y la abrasión mecánica (4).

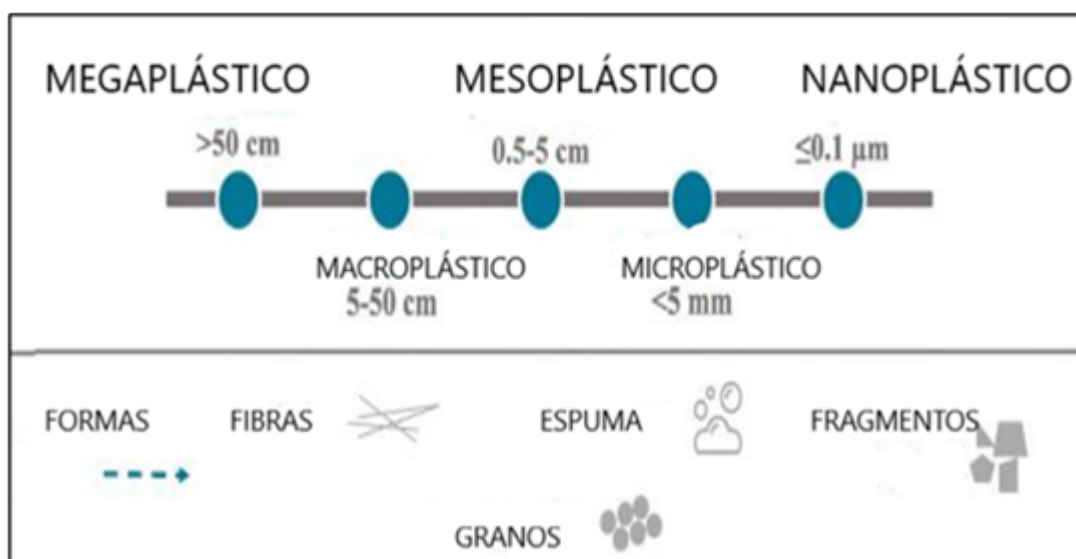


Figura 1. Clasificación del plástico y formas que pueden adoptar. **Fuente:** Hirt y Body-Malapel, 2020.

Con el aumento global en la producción y consumo de plásticos, también ha crecido la variedad y cantidad de sustancias químicas asociadas. Actualmente, más de 13.000 sustancias están presentes en los plásticos, incluyendo más de 3.200 que son monómeros, aditivos y otras sustancias añadidas, algunas de las cuales son peligrosas. Diez grupos de estas sustancias, como retardadores de llama, estabilizadores UV, PFAS, ftalatos, bisfenoles, y metales pesados, son particularmente preocupantes por sus efectos nocivos en el medio ambiente y la salud, y pueden liberarse durante el uso o reciclaje de plásticos (5).

De los 192 países del mundo, solo el 22,9 % (44 naciones) han desarrollado investigaciones, medidas y legislaciones sobre la producción y consumo de plásticos en relación con su población. La mayoría de estos países están en Europa (38 %) y Asia (36 %). En América Latina, México, Brasil y Argentina han iniciado estudios sobre el tema, pero en Venezuela no se han realizado investigaciones previas sobre el impacto de los plásticos en la población (6).

En Venezuela se ha evidenciado la presencia de microplásticos en las zonas costeras del país y en el río Orinoco como superficies afectadas por polución y de contacto estrecho con los habitantes, representando un medio de contaminación y de exposición continua a los individuos (7). El principal riesgo de exposición a microplásticos proviene del aire, agua y alimentos contaminados. Estos compuestos se han encontrado en tejidos biológicos como pulmones, intestinos, hígado, heces y sangre. La sangre, al transportar oxígeno y nutrientes, también puede transportar partículas de plástico por todo el cuerpo. El destino de estas partículas depende de sus propiedades fisicoquímicas, como tamaño y forma, que influyen en su eliminación a través de la filtración renal o excreción biliar, o en su depósito en órganos como el hígado y el bazo (figura 2) (8).

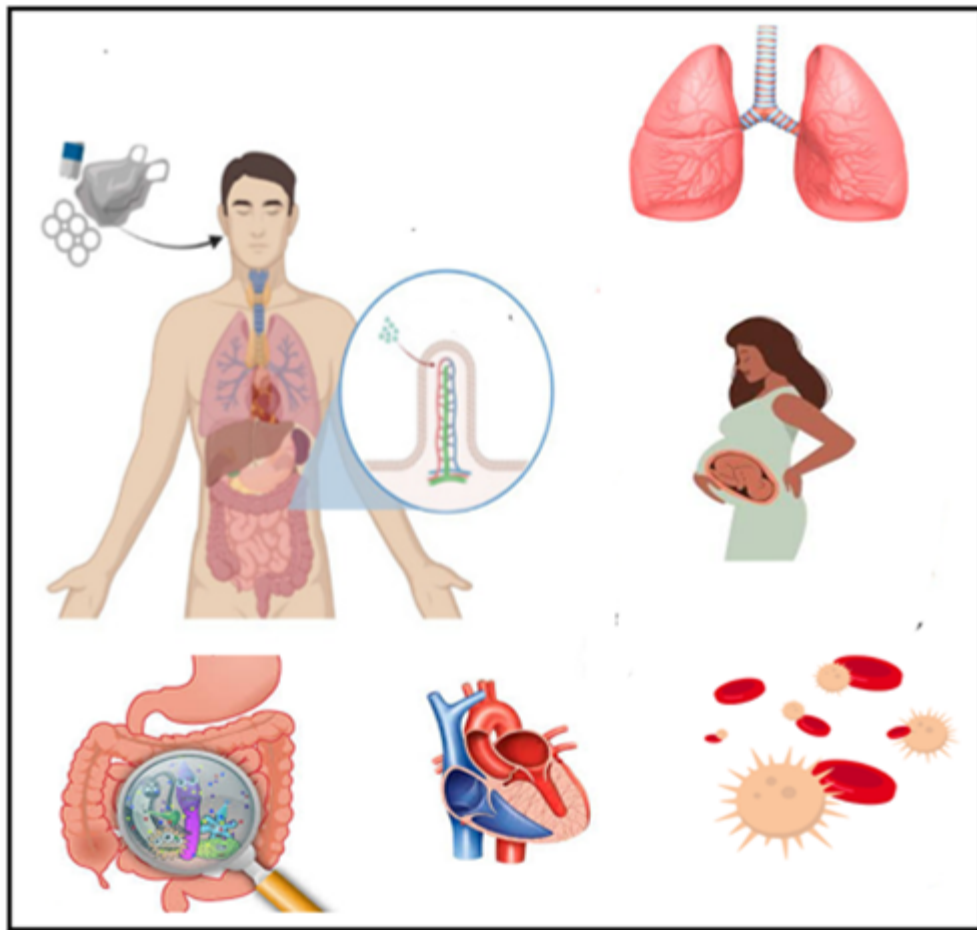


Figura 2. Ingreso y absorción de los microplásticos y sus efectos en diversos sistemas del cuerpo humano. **Fuente:** Elaboración propia

El papel de la sangre como vía de transporte, junto con la viabilidad de acceder a muestras directamente del cuerpo, sin contacto con materiales plásticos, la convierte en una matriz adecuada para la biomonitorización humana de partículas plásticas y para el presente estudio. Medir posibles efectos adversos de los plásticos en los humanos es mucho más difícil que en los animales, dado a que los sujetos humanos no pueden alimentarse o exponerse intencionalmente con plásticos y si lo hacen hay barreras físicas que impiden su integración al sistema biológico (8).

Se puede señalar que Venezuela constituye uno de los cinco países más importantes de la producción de resinas plásticas en Latinoamérica, principalmente por su industria petrolera que abarca toda la cadena de producción desde el hidrocarburo hasta la materia prima y sus derivados en todos los sectores del plástico. Esto representa una alarmante correlación entre la producción de microplásticos y todo su consumo diario per cápita en el país (7). A pesar de que en la actualidad es evidente que los microplásticos representan un problema en salud pública, se encuentra un vacío de conocimiento en cuanto a la determinación y cuantificación de qué tan expuestos están los venezolanos a los microplásticos y sus consecuencias en la salud.

Es por ello que el presente estudio se centró en determinar la presencia de microplásticos en

sangre de personas aparentemente sanas que acuden al servicio de banco de sangre del Hospital “Lcdo. José María Benítez” en el periodo comprendido desde octubre del 2023 hasta febrero 2024.

MÉTODOS

Se presentó un estudio de enfoque cuantitativo, de diseño observacional, no experimental, de tipo clínico, analítico de corte transversal. Se realizó la recolección de muestras de sangre de manera aleatoria a donantes que acudieron al servicio de Banco de sangre del Hospital “Lcdo. José María Benítez” desde octubre de 2023 hasta febrero de 2024.

La población de estudio estuvo constituida por 37 donantes que acudieron de forma voluntaria al servicio de Banco de sangre del Hospital “Dr. José María Benítez”, los cuales cumplieron con los criterios establecidos por el banco de sangre para poder ser donantes: mayor de 18 años y menores de 61 años, peso mayor a 50 kg, haber dormido la noche anterior al menos 8 horas, no haberse realizado tatuajes en los últimos 6 meses, no presentar alguna patología infectocontagiosa en menos de 6 meses y que fueron operadas en un periodo menor de un año.

En cuanto a las variables de estudio se registró las condiciones socio demográficas: sexo, edad, procedencia, estrato socioeconómico por método de Graffar y ocupación, se identificaron los factores de riesgos por el uso habitual de plástico: si es vegetariano, consumo habitual de pescados y mariscos, uso de envoltura plástica para conservar comida, consumo habitual de agua en botellas plásticas, uso de microonda para calentar comida. Los datos se obtuvieron a través de un instrumento tipo encuesta con preguntas directas.

Las muestras se recolectaron a través de punción venosa que se realizó mediante una aguja de acero inoxidable 21G estéril de grado quirúrgico y que se conectó al tubo de ensayo de vidrio al vacío con anticoagulante ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) de acuerdo a los protocolos de la Declaración de Helsinki, de modo que se extrajo 5 mL de la sangre de la vena del donante directamente al *vacutainer* de vidrio y se mezcló la solución anticoagulante del tubo con la sangre obtenida para su preservación y manipulación (8).

Asimismo, el manejo y transporte de las muestras, se tomó cada tubo de ensayo e identificó el número de paciente para posteriormente ubicarlo en una cava previamente esterilizada con etanol al 70 %. Esta cava con una rejilla para tubos de ensayo donde se ubicó cada muestra. Para el control de la temperatura se ubicó en la cava hermética y para evitar las vibraciones se colocó esta misma cava en una caja cubierta de espuma de poliuretano para ser transportada.

Para una garantía y control de calidad se adoptó un protocolo sin plástico, destinado a evitar la contaminación por microplásticos, durante la recolección, el almacenamiento, el procesamiento y el análisis de las muestras. Además, la digestión de las muestras de sangre, la filtración y los pasos de análisis de espectroscopía se llevaron a cabo en una sala dedicada. Todas las herramientas de plástico fueron sustituidas por herramientas de vidrio esterilizado. Se usó batas de laboratorio de algodón y guantes de látex de un solo uso durante todas las fases del experimento.

También se utilizó etanol (70 %) para limpiar las superficies de trabajo antes de iniciar todos los procedimientos y durante el tiempo experimental. La cristalería y los instrumentos, como tijeras y pinzas, se lavaron con líquido lavavajillas, se enjuagaron tres veces con etanol al 70 % y luego se enjuagaron con agua desionizada filtrada. Todos los líquidos, incluido el etanol al 70 % y el agua desionizada, se filtraron a través de membranas filtrantes con un tamaño de poro de 20 μm .

Tratamiento de extracción. Las muestras de sangre se centrifugaron a 4000 rpm durante 15 minutos para separar el plasma de los componentes celulares. Posteriormente, se separó el sobrenadante quedando solo el paquete globular, al cual se le adicionó de una solución lisante constituida por tritón y dimetilsulfoxido al 2 %, para luego volver a centrifugar por 5 min a 3 500 rpm. Se retiró el sobrenadante para luego añadir 5 mL de tampón TRIS-HCl (400 mM Tris-HCl, pH 7,8, 0,5 % SDS, Trizbase, HCl H1758), los viales se calentaron en un baño de agua a 50 °C durante 1 h para desnaturalizar las proteínas. Para digerir las proteínas presentes en la sangre completa, se añadieron 100 μL de la [proteínasa K](#) (1 mg/mL, junto con 1 mL de CaCl_2 25 mM) y los viales se incubaron durante 1 h a 60 °C. El CaCl_2 evita la autólisis de la proteínasa K y mejora [la estabilidad térmica](#) y la unión al sustrato. Finalmente, los viales se agitaron en una mesa de agitación durante 20 min a temperatura ambiente y se calentaron una vez más a 60 °C durante 20 min. Este procedimiento permitió la separación de cualquier proteína o constituyente celular de los posibles polímeros presentes, los cuales por diferencia de densidades y estructura sin degradar por el tritón y DMSO, quedan en el sobrenadante. Es de destacar que se aplicó este método a las muestras luego de un análisis con muestras externas empleadas como control y aplicación de las técnicas para la identificación de los polímeros. Dicho protocolo fue evaluado, establecido y realizado en el Laboratorio de metales en la Universidad de Carabobo, sede Aragua (Aragua, Venezuela).

Caracterización de los microplásticos

Como técnica de análisis para determinar los diferentes tipos de polímeros existentes en las muestras se empleó la de espectroscopía de infrarrojo con transformación de Fourier (FTIR).

La utilidad de la espectroscopia infrarroja surge porque las diferentes estructuras químicas (moléculas) producen diferentes huellas espectrales. Mediante este método se puede llegar a identificar microplásticos en un rango de 50-500 μm en un periodo de tiempo muy corto, además de poseer una alta resolución espacial (10 - 20 μm); sin embargo, puede presentar inconvenientes al momento de preparar las muestras (9). Para el análisis de identificación de los polímeros presentes en las muestras se procedió a colocar en la sonda óptica tubular 300 μL de muestra previamente diluida en un búfer empleado el equipo Lyza 7000 el cual trabaja en un rango espectral de 8100-350 cm^{-1} .

Análisis estadístico

Finalmente, se utilizó análisis estadístico descriptivo para variables cualitativas frecuencia absolutas y porcentajes y para variables cuantitativas se registró media desviación estándar y para resumir los datos y comparar los resultados entre las muestras se utilizó chi cuadrado todo procesado en una base de datos en Excel 2013 y paquete estadístico EPIINFO 7,2-5,0 y SPSS Versión 15 con un intervalo de confianza de 95 % y una significancia de $p < 0,05$.

Consideraciones bioéticas

Todos los procedimientos fueron ejecutados de acuerdo a los protocolos de la Declaración de Helsinki. Asimismo, se contó con la aprobación del directivo de la institución Hospital “Lcdo. José María Benítez”.

RESULTADOS

Un total de 37 personas aparentemente sanas acudieron al banco de sangre, entre octubre de 2023 y febrero de 2024. Se evidencia que la edad promedio de los participantes fue de 40,16 años, con un rango entre 18 y 61 años. De los 37 participantes 56,76 % son hombres y 43,24 % mujeres. Procedentes la mayoría de Aragua (83,78 %), seguido por Carabobo (13,51 %) y otras regiones 2,70 %. El estrato social predominante en el estudio corresponde al estrato social Graffar III (51,35 %), seguido por estrato IV (21,62 %) y V (18,92 %). Solo el (8,11 %) estaba en el estrato II. Las principales ocupaciones eran comerciante (16,22 %), asistente administrativo y militar (13,51 % cada uno), con menor representación de otras profesiones como mecánico (5,41 %) y abogado (2,70 %). Estos datos proporcionan una visión general del perfil socio-demográfico de los donantes de sangre en el periodo estudiado (tabla 1).

Tabla 1 Características sociodemográficas de personas aparentemente sanas que acuden al servicio de banco de sangre del Hospital Dr. José María Benítez. Estado Aragua Venezuela en el periodo comprendido desde octubre del 2023 hasta febrero 2024.

Variables	Fr. (n=37)	%	IC95 %*		
			IC min	IC máx.	
Edad (años) ($\bar{X} \pm DE$) 40,16 \pm 12.3 min 18 - máx. 61					
Sexo					
	Masculino	21	56,76	40,79	72,72
	Femenino	16	43,24	27,28	59,21
Procedencia					
	Aragua	31	83,78	71,91	95,66
	Carabobo	5	13,51	2,50	24,53
	Otros	1	2,70	-2,52	7,93
Estrato social					
	II	3	8,11	-0,69	16,90
	III	19	51,35	35,25	67,46
	IV	8	21,62	8,36	34,89
	V	7	18,92	6,30	31,54
Ocupación					
	Comerciante	6	16,22	4,34	28,09
	Asistente administrativo	5	13,51	2,50	24,53
	Militar	5	13,51	2,50	24,53
	Obrero	4	10,81	0,81	20,82
	Profesional de la salud	4	10,81	0,81	20,82
	Ama de casa	3	8,11	-0,69	16,90
	Mecánico latonero automotriz	2	5,41	-1,88	12,69
	Taxista	2	5,41	-1,88	12,69
	Abogado	1	2,70	-2,52	7,93
	Ayudante herrero	1	2,70	-2,52	7,93
	Cocinero	1	2,70	-2,52	7,93
	Costurera	1	2,70	-2,52	7,93
	Estudiante	1	2,70	-2,52	7,93
	Herrero	1	2,70	-2,52	7,93
IC95%= Intervalo de confianza al 95% de probabilidad					

Respecto a los factores de riesgo relacionados al estudio, ninguno de los participantes sigue una dieta vegetariana. El (29,73 %) consumía regularmente pescados y mariscos. (72,97 %) de los participantes usan envolturas plásticas para conservar comida. En cuanto al consumo de agua en botellas plásticas: La mayoría (86,49 %) consumía agua en botellas plásticas. El uso de microondas para calentar comida en envases plásticos es de 29,73 %. El porcentaje de participantes que usan tapabocas (32,43 %).

Consumo de tabaco (16,22 %) eran fumadores. (tabla 2)

Tabla 2 Factores de riesgos relacionados con el uso del plástico de personas aparentemente sanas que acuden al servicio de banco de sangre del "Hospital Dr. José María Benítez. Estado Aragua Venezuela en el periodo comprendido desde octubre del 2023 hasta febrero 2024.

Variables		Fr. (n=37)	%	IC95 %*	
				IC min	IC máx.
Dieta vegetariana	No	37	100,0	100,0	100,0
	Si	0	0,00	0,00	0,00
Consumo habitual pescados y mariscos	No	26	70,27	55,54	85,00
	Si	11	29,73	15,00	44,46
Uso envoltura plástica para conservar comida	No	10	27,03	12,72	41,34
	Si	27	72,97	58,66	87,28
Consumo habitual de agua en botellas plásticas	No	5	13,51	71,91	95,66
	Si	32	86,49	2,50	24,53
Uso de Microondas para calentar comida	No	26	70,27	55,54	85,00
	Si	11	29,73	15,00	44,46
Uso de Tapabocas y su frecuencia	No	25	67,57	52,48	82,65
	Si	12	32,43	17,35	47,52
Consumo de tabaco	No	31	83,78	71,91	95,66
	Si	6	16,22	4,34	28,09
IC95 %= Intervalo de confianza al 95 % de probabilidad					

Los microplásticos detectados fueron: polietileno (PE) y poliestireno (PS): Frecuencia de 16 con un porcentaje de presencia del (43,24 %). Polietileno (PE) y polipropileno (PP): frecuencia de 10 con porcentaje de presencia de (27,03 %). Polipropileno (PP) y Poliestireno (PS): frecuencia de 5 con porcentaje de presencia de (13,51 %). Polietileno (PE), polipropileno (PP), y poliestireno (PS): frecuencia de 6 con porcentaje de presencia de (16,22%) (tabla 3).

Tabla 3. Niveles de concentración y clasificación de acuerdo al tamaño de partículas de microplásticos en donantes aparentemente sanos que acuden al servicio de banco de sangre del Hospital Dr. José María Benítez. Estado Aragua Venezuela en el periodo comprendido desde octubre de 2023 hasta febrero 2024.

Variables	Fr. (n=37)	%	IC95%*	
			IC mín	IC máx.
Concentración de polimeros en sangre (mcg/ml)				
($\bar{X} \pm DE$) 5.003 \pm 0.01 min 4.966 - máx. 5.026				
Tipos de polimeros detectados				
Polietileno (PE) poliestireno (PS)	16	43,24	27,28	59,21
Polietileno (PE) polipropileno (PP)	10	27,03	12,72	41,34
Polipropileno (PP) poliestireno (PS)	5	13,51	13,51	13,51
Polietileno (PE) polipropileno (PP) poliestireno (PS)	6	16,22	4,34	28,09
IC95 %= Intervalo de confianza al 95 %				

En el análisis de regresión lineal multivariado, ninguno de los factores sociodemográficos o de riesgo evaluados muestra una relación estadísticamente significativa con la concentración de microplásticos en sangre ($p > 0,05$). Esto sugiere que, en el contexto de este estudio, los factores evaluados no tienen un impacto claro en los niveles de microplásticos detectados en sangre (tabla 4).

Tabla 4. Relación entre las características sociodemográficos, factores de riesgo con Niveles de concentración de microplásticos en sangre la presencia de personas aparentemente sanas

Variables /Concentración CPS microplástico	Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados		t	p
	B	Error típ.	Beta	B	
Edad grupo	0,0041	0,0023	0,3907	1,8260	0,0798
Sexo	-0,0100	0,0060	-0,3892	-1,6746	0,1065
Procedencia	-0,0043	0,0061	-0,1523	-0,6939	0,4941
Estrato social	-0,0022	0,0035	-0,1532	-0,6328	0,5326
Ocupación	0,0010	0,0007	0,3311	1,5676	0,1295
Consumo habitual pescados y mariscos	0,0062	0,0056	0,2231	1,1136	0,2761
Uso envoltura plástica para conservar comida	-0,0041	0,0060	-0,1421	-0,6735	0,5068
Consumo habitual de agua en botellas plásticas	0,0000	0,0068	-0,0007	-0,0036	0,9971
Uso de Microondas para calentar comida	0,0074	0,0061	0,2650	1,2019	0,2407
Uso de Tapabocas y su frecuencia G	0,0007	0,0055	0,0239	0,1186	0,9065
Consumo de tabaco	-0,0029	0,0071	-0,0846	-0,4105	0,6849

Variable dependiente: Concentración CPS microplástico. Modelo regresión lineal

Multivariado Chi 2 $p < 0,005$

DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la presencia de microplásticos en sangre 37 muestras, encontrando polímeros en el 100 % de las muestras procesadas. En contraposición con lo expuesto por Leslie y cols. (5), que en una muestra de 22 casos se demostrará microplásticos en sangre en el 77 % de los casos, con una concentración promedio de 1,6 $\mu\text{g/mL}$.

En cuanto a la identificación de los polímeros, en el trabajo de Leslie y cols. (5), los polímeros más comunes fueron polietileno tereftalato (PET), polietileno (PE) y polipropileno (PP), siendo

PET el más prevalente. En este estudio también muestra una alta prevalencia de microplásticos, pero en este caso, el polietileno (PE) y el poliestireno (PS) son dominantes, seguidos por combinaciones con polipropileno (PP). Esto podría sugerir diferencias en las fuentes de exposición y condiciones sociodemográficas de los participantes.

Si bien en estudios previos se han determinado los factores de riesgos de contaminación por microplásticos a los humanos dado a la liberación de estas partículas como en agua embotellada, bolsas plásticas o el uso de microondas, en ningún estudio anterior se había asociado estos factores de riesgo con la presencia de microplásticos en la sangre humana demostrando una relación que el 72,97 % utilizaba bolsas de plástico para preservar los alimentos y el 86,49 % bebidas en botellas plásticas.

La sangre ha demostrado ser un medio donde se puede acumular y persistir el microplástico, además de lograr transportar estas partículas a otros órganos y tejidos. Las repercusiones en la salud a largo plazo deben ser estudiadas, sobretodo en la eminente interacción de estos micropolímeros con las membranas celulares, influyendo en desregulaciones del ciclo celular, señalizaciones y el estrés oxidativo, dado que la exposición crónica a estos polímeros podrá relacionarse con patologías autoinmunes como lupus eritematoso sistémico o enfermedad reumática autoinmune, además de posibles neoplasias y trastornos del funcionamiento de órganos hematopoyéticos, por lo que representa una amenaza silente ante estas patologías (9).

Por otra parte, con los resultados se logró identificar microplásticos de tipo polietileno (PE) en el 84,49 % de los pacientes estudiados en contraste con el 54,4 % de los pacientes en los que se encontró polietileno (PE) en placa ateroma en *Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events* (2024) por Raffaele Marfella y cols. (17), lo que muestra la impactante relación entre la presencia de microplásticos en sangre y posibles enfermedades cardiovasculares como eventos cerebrovasculares, eventos isquémicos al miocardio, entre otros.

Dentro de este estudio se explica la presencia de microplásticos en las 37 personas estudiadas con una concentración en promedio de 5.003 µg/ml, con una distribución total de 84,49 % de polietileno, 72,97 % de poliestireno y 56,76 % de polipropileno encontradas en toda la muestra.

Si bien los resultados de las correlaciones no fueron estadísticamente significativos al momento de discriminar la presencia de microplástico asociada a un factor de riesgo en específico, se pudo enfatizar en marcadores de riesgos más relevantes a exposición a los micropolímeros como la implementación de envolturas y envases plásticos para almacenar alimentos y el consumo de bebidas en recipientes y botellas plásticas.

Donde se determina que en cuanto al sexo, el hombre tiene una mayor concentración de micropolímeros en sangre que las mujeres, con un rango de edad en la que estos elementos se encuentran más predominantes de 25 a 35 años y el estrato social cuyo valor de densidad de los polímeros en sangre fue mayor corresponde al estrato social IV.

Esta investigación ha demostrado que la población venezolana tiene alta exposición al

plástico, por lo que se recomienda minimizar el uso prolongado de estos productos y envases desechables, además de incentivar el consumo de agua filtrada o de fuentes seguras para evitar la contaminación de microplásticos en aguas embotelladas. Incentivar alternativas libres de polímeros en el almacenamiento de comidas. Minimizar el uso de microondas en envases plásticos.

Con este trabajo se procura fijar cimientos y motivar el campo de investigación de microplásticos y su impacto en la salud humana que es un área poco explorada en Latinoamérica hasta ahora. Así como resaltar la necesidad de la aplicación de nuevas leyes y medidas de control en la producción, eliminación y reciclaje del plástico, con la intención de limitar la exposición continua del humano a estos elementos y que dichos objetos sean elaborados con mejor calidad y con materiales alternativos al plástico.

REFERENCIAS

1. Delgado Fimia O. Implicaciones de la exposición a microplásticos en la salud humana. Tesis de fin de máster. Granada: Departamento de Radiología y Medicina Física, Facultad de Medicina, Universidad de Granada; [Internet]. 2019 Oct [consultado en septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.plasticseurope.org/>
2. Plastics Europe. Plastics – Situación en 2022. *Plastics Europe* [Internet]. 2022 [consultado en octubre 2023]. Disponible en: <https://www.plasticseurope.org/>
3. Hirt N, Body-Malapel M. Immunotoxicity and intestinal effects of nano- and microplastics: a review of the literature. Part Fibre Toxicol. 2020;12;17(1):57-65. DOI: 10.1186/s12989-020-00387-7.
4. Barboza LGA, Gimenez BCG. Microplastics in the marine environment: Current trends and future perspectives. *Mar Pollut Bull*. 2015 15;97(1-2):5-12.DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.06.008.
5. Weber R, Ashta NM. Chemicals in plastics: A technical report. *United Nations Environment Programme*. 2023;1:1-88. <https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-repo>
6. Kutralam-Muniasamy G, Pérez-Guevara F, Elizalde-Martínez I, Shruti VC. Review of current trends, advances and analytical challenges for microplasticscontamination in Latin America. *Environ Pollut*. 2020;267:115463. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115463.
7. Gamboa AC. Basura plástica y microplásticos: contaminantes emergentes presentes en sedimentos de una playa urbana del oriente venezolano. *J Mar Environ Res*. 2022;85(2):101-110.
8. Leslie H, Van Velzen M, Brandsma S. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Mar Pollut Bull*. 2022;174:113134.
9. Schwabl P, Köppel S, Königshofer P, Bucsics T, Trauner M, Reiberger T, Liebmann B. Detection of Various Microplastics in Human Stool: A Prospective Case Series. *Ann Intern Med*. 2019;171(7):453-457. DOI: 10.7326/M19-0618.
10. Hollóczki O, Gehrke S. Can Nanoplastics Alter Cell Membranes? *Chemphyschem*. 2020 Jan 3;21(1):9-12. DOI:: 10.1002/cphc.201900481.
11. Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, Catalano P, Notarstefano V, Carnevali O, et al.

- Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environ Int.* 2021 Jan;146:106274. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106274.
12. Hussain KA, Romanova S. Raman microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. *Polymers (Basel)*. 2022 14(6):1201.
 13. Jenner LC, Rotchell JM. Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy. *Environ Int.* 2022;158:106912.
 14. Hussain KA, Romanova S. Assessing the release of microplastics and nanoplastics from plastic containers and reusable food pouches: Implications for human health. *Environ Sci Technol.* 2023;57(6):3598-3607.
 15. Zhang W, Liu X. Release of microplastics from single-use face masks: A systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut.* 2023;295:118215.
 16. Kai-Erik P. Outlook on optical identification of micro- and nanoplastics in aquatic environments. *J Environ Sci Pollut Res.* 2018;25(1):354-368.
 17. Raffaele M. Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events. *J Cardiovasc Res.* 2024 r;12(1):245-251.