



**Facultad de Farmacia**  
Universidad de La Laguna

Trabajo de Fin de Grado

**Evaluación del contenido de microplásticos en aire exterior e interior**

Andrea Díaz Rodríguez

Grado en Farmacia

Curso 2021-2022

Tutoras:

Cintia Hernández Sánchez

María de los Ángeles Arias Rodríguez

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. Toma de muestras</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. Recuento de microplásticos</b> .....	<b>10</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>21</b>

## RESUMEN

Los microplásticos se consideran materiales peligrosos tanto para el medioambiente como para la salud humana. Estas partículas están omnipresentes en el entorno, se encuentran en aire, agua y suelo.

Se determinó la presencia de microplásticos en aire, en interior y exterior, de dos municipios de la isla de Tenerife. Se realizó en la zona sureste de la isla y en la zona norte, concretamente en el Valle de Güímar y en el Valle de La Orotava, respectivamente. En cada ubicación se tomaron muestras del interior y del exterior de una oficina de farmacia de la zona.

El muestreo se realizó por deposición de microplásticos que posteriormente fueron analizados en lupa estereoscópica. Se comprobó la presencia de numerosas fibras que se pudieron separar en diferentes tamaños, colores y naturaleza.

En las muestras de interior, en la farmacia de la zona de Güímar la media de tamaño fue de 1241,37  $\mu\text{m}$  y en la Orotava de 1419,71  $\mu\text{m}$ . Respecto a las muestras exteriores, los resultados fueron de 1195,58 y 1802,60  $\mu\text{m}$  respectivamente. Predominando siempre en el sureste de la isla el color azul oscuro y en el norte el color transparente tanto en interior como en exterior.

Diversos estudios indican que estos microplásticos penetran en el organismo humano por distintas vías, pudiendo producir efectos perjudiciales en diferentes órganos y sistemas en función de la dosis, tamaño y propiedades químicas de las partículas plásticas. Es necesario realizar más investigaciones para determinar los efectos sobre la salud humana de estas partículas.

**Palabras clave:** microplásticos, partículas, microfibras, aire, salud

## ABSTRACT

Atmospheric microplastics have become important in the field of research in recent years. These are small particles of less than 5 millimetres that are now dispersed all over the world.

This study selected two areas of the island of Tenerife, in the southeast and north of the island, namely Güímar and La Orotava. The presence of microfibras in the air inside and outside of two pharmacies was investigated and the morphological characteristics were obtained.

The level of contamination varied, but the presence of microfibras inside the pharmacies was always predominant. Dark blue and transparent microfibre colours were abundant in both areas of the island. These colours stood out in both indoor and outdoor samples.

These particles cause damage to human health, enter beings through different ways, and are capable of causing respiratory and heart diseases and

being considered a cause of lung cancer, which is why they are currently the focus of research and much remains to be discovered.

**Keywords:** microplastics, particulates, microfibers, air, health.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los microplásticos son partículas de plásticos con un tamaño entre 1  $\mu\text{m}$  y 5 mm. Se encuentran en el medio ambiente como consecuencia de una creciente producción y eliminación de productos plásticos [1,2]. Se pueden clasificar en primarios (aquellos que llegan al medio ambiente en su forma original) o secundarios (originados por la fragmentación de los primarios) por degradación, por la exposición de luz ultravioleta, las olas, el viento... [3]

Estos productos han generado una gran preocupación en la comunidad científica por sus bajas tasas de biodegradación y por su alta estabilidad en el medio ambiente. Se han constatado en todos los compartimentos ambientales: el mar, el suelo, los alimentos, el agua y el aire [4, 5].

Los microplásticos son un grupo muy heterogéneo tanto químicamente como en relación con su forma, existen gránulos usados en la industria manufacturera, microesferas que se utilizan en la cosmética, y fragmentos y fibras de objetos y textiles [2].

Los principales plásticos sintéticos utilizados en la vida diaria están hechos de polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), tereftalato de polietileno (PET) y cloruro de polivinilo (PVC) [2].

En concreto, los microplásticos que se transportan por el aire tienen densidades bajas y se producen de la fragmentación y degradación de productos o de desechos plásticos como podrían ser muebles, llantas de coche, ropa, alfombras... [2]

La RAE describe la contaminación atmosférica como:

*“Presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad o la salud de las personas, el medioambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.”*

Por lo tanto, los microplásticos y microfibras se pueden considerar como contaminantes atmosféricos procediendo muchos de ellos de los textiles. La industria textil produce más de 42 millones de toneladas de fibras al año, de las cuales un gran número entra en el medio ambiente [6], además, cada prenda al lavarse puede liberar aproximadamente 1900 fibras que contaminan el aire [7].

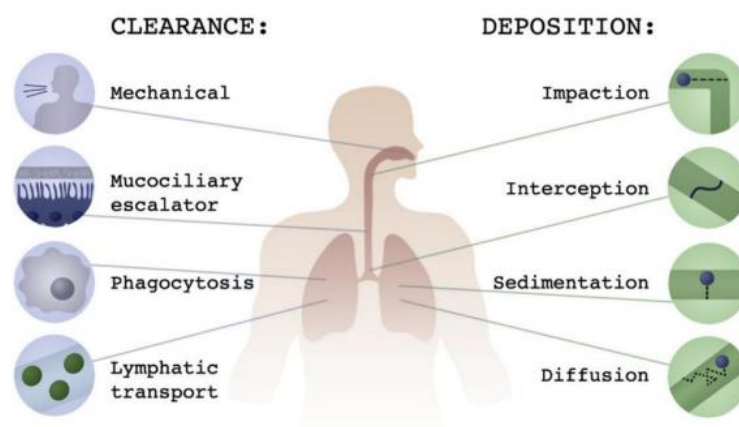
El comportamiento y el transporte de estas partículas en la atmósfera depende de aspectos físicos como el gradiente de concentración de la contaminación vertical, de la velocidad y dirección del viento, de la precipitación y de la temperatura. Las partículas mayores sedimentan por gravedad y las de menor densidad al ser más livianas son transportadas por el viento contaminando a mayor distancia los ambientes terrestres y acuáticos [7].

A medida que los microplásticos se descomponen, pueden liberar aditivos químicos y monómeros que pueden afectar a la salud humana. Estudios demuestran que compuestos como el bisfenol A, plastificantes, ftalatos o retardantes de llama bromados pueden actuar como disruptores endocrinos [2]. Además, también pueden transportar organismos en sus superficies que actúan como vectores de estos organismos debido a su elevada superficie específica [8].

Varios estudios relacionan la inhalación de fibras sintéticas con síntomas respiratorios e incluso con cáncer de pulmón [2, 5, 7].

Para comprender la toxicidad de estas partículas hay que comprender los mecanismos fisiológicos involucrados en la deposición y eliminación, estos son los responsables de la exposición de las partículas inhaladas. Si los mecanismos de eliminación fallan se puede provocar la toxicidad de partículas por sobrecarga de polvo, estrés oxidativo, citotoxicidad y translocación y es probable que estos mecanismos contribuyan en algún grado de la respuesta inflamatoria.

En la Figura 1 se observan los mecanismos de depósito y aclaramiento de partículas en el pulmón humano [7].

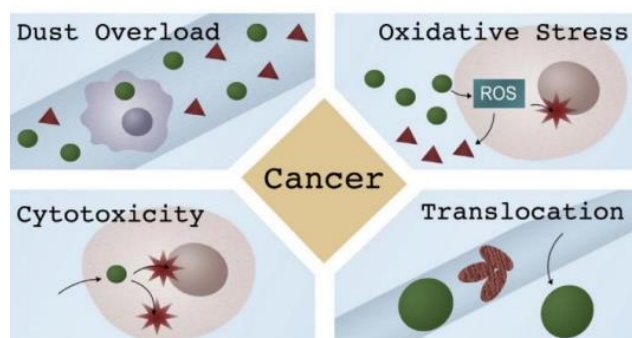


**Figura 1.** Mecanismos de depósito y aclaramiento de partículas en el pulmón humano. La eliminación incluye métodos mecánicos, escalador mucociliar, fagocitosis por macrófagos y transporte linfático. La deposición se compone de impactación (colisión por impulso), intercepción (contacto del borde de las fibras con la superficie), sedimentación (por gravedad) y difusión (movimiento browniano) [7].

Los efectos adversos que producen se atribuyen a la inflamación provocada por las partículas inhaladas resultantes de la actividad de las células inmunitarias, como la liberación de citoquinas, proteasas y especies reactivas de oxígeno (ROS) y la citotoxicidad [7].

La irritación e inflamación crónicas pueden promover el cáncer como resultado del daño en el ADN causado por el estrés oxidativo y la acción directa

de las partículas. Los mecanismos de daño por partículas inhaladas se observan en la Figura 2.



**Figura 2.** Los mecanismos de daño por partículas inhaladas incluyen la sobrecarga de polvo, estrés oxidativo (producción de especies radicales de oxígeno, o ROS, inducen daño celular y la liberación de mediadores inflamatorios), citotoxicidad (las partículas intracelulares libres pueden dañar las estructuras celulares), translocación (lesión de sitios secundarios y oclusión vascular por partículas o aumento de la coagulabilidad). El cáncer puede resultar de una inflamación crónica o de una mutación genética [7].

Los estudios confirman la contaminación de microplásticos por inhalación, pero también hay que tener en cuenta que en estudios anteriores predijeron que entre 39.000 y 52.000 microplásticos pueden ingerirse por consumo de alimentos, esta estimación es bastante conservadora. La cantidad de microplásticos que se encuentra en la atmósfera y que son capaces de depositarse en alimentos y por tanto ingerirse de manera inadvertida podría ser mayor. Se ha llegado a demostrar que durante una cena se pueden ingerir entre 13.731 y 68.415 fibras [6].

Si se compara el número de microfibras que se pueden ingerir por la presencia de un alimento contaminado a la ingestión de microfibras que se realiza por la exposición del alimento, previamente no contaminado, en la mesa durante una comida es mucho más grave esta última [6].

Como consecuencia de esto, se entendería la presencia de microplásticos en órganos como por ejemplo el bazo y el hígado y la presencia de efectos hepáticos y gastrointestinales [9].

Por todo ello, consideramos de interés conocer la presencia de microplásticos en el ambiente exterior e interior.

## 2. OBJETIVOS

Objetivo general: Estudiar la presencia de microplásticos en el aire interior y exterior de dos zonas de la isla de Tenerife.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar y cuantificar la cantidad de microplásticos presentes en las muestras recogidas.
- Determinar el tamaño, forma y color de las microfibras presentes.
- Realizar una comparación por procedencia de la zona geográfica y por origen (interior/exterior)



### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Toma de muestras

Se tomaron un total de 20 muestras correspondientes a 2 puntos de la isla de Tenerife (Figura 3).



**Figura 3.** Puntos de la isla de Tenerife donde se realizó la recogida de muestras [10].

Las muestras se recolectaron en dos farmacias, una en el municipio de Güímar y otra en el de la Orotava, tanto en interior como exterior, durante el mes de abril en dos áreas de constante movimiento tanto por trabajadores como por clientes.

La recogida de muestras en la farmacia del sureste de la isla se llevó a cabo el día 1 de abril de 2022 a las 10:40 horas hasta las 12:10 horas, se seleccionaron cinco sitios interiores diferentes y cinco exteriores para tener un panorama completo de la presencia de microplásticos en la zona. En primer lugar, antes de la recogida de muestras se realizó un lavado de los materiales con alcohol para retirar cualquier partícula que se pudiera encontrar en el portaobjeto.

Todos los sitios de muestreo, en donde se colocó un portaobjeto limpio, estaban separados entre sí y se realizaron a una altura próxima de 1,2 m, ya que es la altura estándar de la respiración de un adulto según las indicaciones de distintos autores [11].

El mismo proceso se realizó en la farmacia del norte de la isla el día 13 de abril de 2022 a las 15:30 horas hasta las 17:00 horas.

En ambas localizaciones y en todas las muestras, al pasar el tiempo estipulado se aislaron los portaobjetos cerrándolos con un cubreobjetos y sellándolos con parafina para así mantener las muestras en un medio sin contaminación.



Figura 4,5,6,7,8. Ejemplos de lugares de muestreo.

### 3.2. Recuento de microplásticos

Para el recuento de las muestras en laboratorio se realizó un protocolo para prevenir la contaminación puesto que en muestras de aire es especialmente importante porque no pueden existir en la zona de trabajo partículas en suspensión. Por ello, la visualización se realizó dentro de una cámara de aislamiento para impedir la entrada de microfibras externas y en todo momento se utilizó una bata de laboratorio de color naranja (color menos frecuente en microfibras) por todos los presentes en el laboratorio para reconocer las fibras contaminantes si en algún caso existieran.

Las muestras se abrieron estrictamente cuando fue necesario para observarlas bajo la lupa estereoscópica modelo Nexius Zoom (Euromex®).



Figura 9. Lupa usada en proceso experimental.

Se tomaron fotografías y se midieron las fibras con el software Levenhuk Lite® para la digitalización de las muestras, el Programa Microsoft® Office Excel 2016 se utilizó para elaborar cálculos de los resultados y se pudo realizar una clasificación con respecto al color. Las fibras fueron contadas manualmente y la clasificación de las fibras en naturales o sintéticas se realizó de la misma manera siguiendo el diagrama representado en la Figura 10, según lo descrito por Prata *et al.* [12].

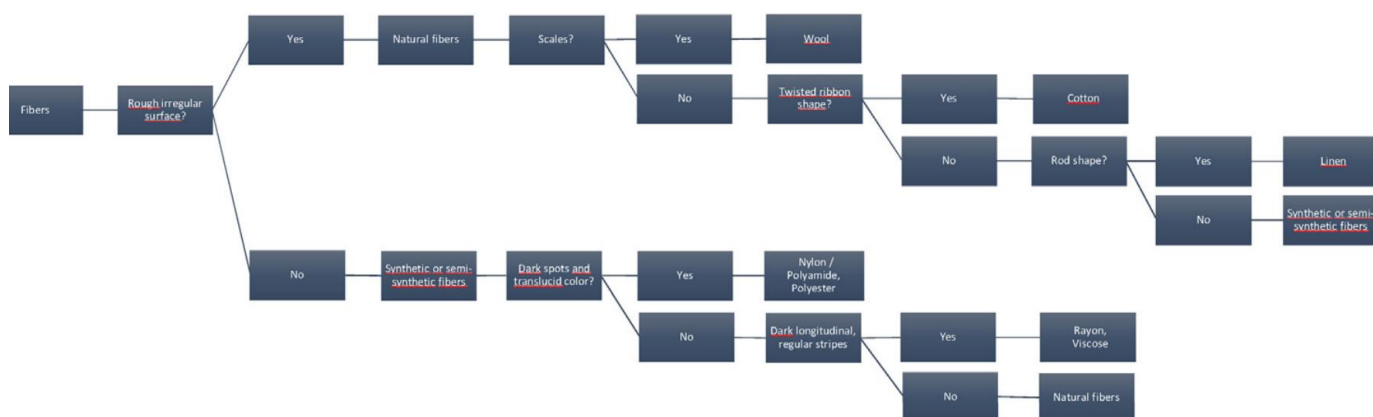


Figura 10. Clasificación naturaleza fibras por Prata et al. [12].

Todas las partículas que no seguían el criterio o características de los microplásticos, no se contabilizaban.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

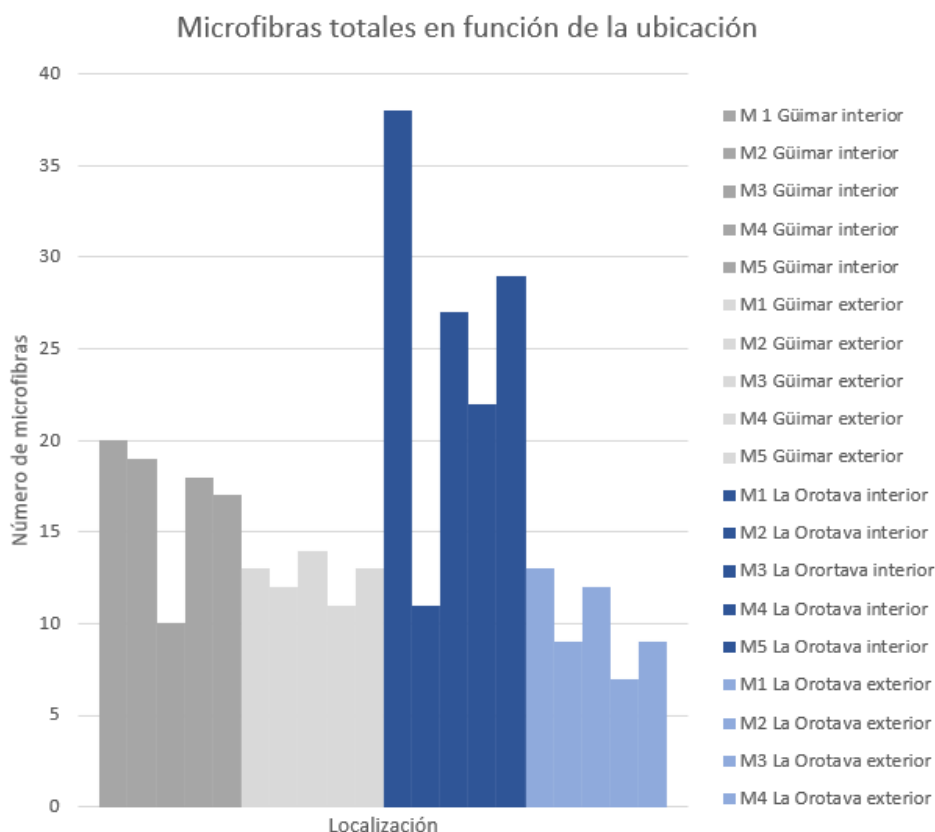
Se obtuvo un total de 147 fibras en la farmacia de Güímar y 177 en la de La Orotava. El mayor contenido de microfibras se constató en las muestras interiores frente a las exteriores. Además, se observó un mayor número de fibras en La Orotava, tal y como expone la gráfica siguiente (Gráfica 1), lo que podía suponerse al ser una zona de la isla con temperaturas más bajas, y por tanto con más presencia de textiles, y porque el personal de trabajo aseguró tener uniforme nuevo desde hacía pocas semanas.

En el norte de la isla las muestras exteriores se vieron afectadas por corrientes de aire al encontrarse en una avenida principal y al tratarse de un día con peores condiciones atmosféricas que en las tomas de Güímar.

Las fibras se pueden suponer que en su mayoría proceden de la ropa y productos textiles hechos por materiales sintéticos o semisintéticos ya que cuando una persona se mueve en un ambiente cerrado, las fibras se liberan fácilmente en el aire al sufrir fatiga y su posterior fractura [13].

La abundancia total de número de microplásticos sería:

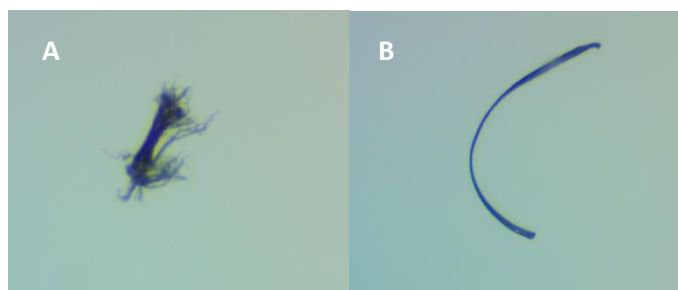
Interior de La Orotava (n=129) > Interior de Güímar (n=84) > Exterior de Güímar (n=63) > Exterior de la Orotava (n=50).



**Gráfica 1.** Resultados del muestreo realizado.

### 3.1. Análisis de microplásticos en el Valle de Güímar.

Se observaron microplásticos en forma de fibras con diferentes tamaños, formas y colores. Más del 89% de fibras se pueden asumir que tienen una naturaleza sintética por las características descritas por Prata *et al.* [12]. Las fibras naturales generalmente tienen una apariencia menos regular mientras que las sintéticas presentan superficies lisas [12].



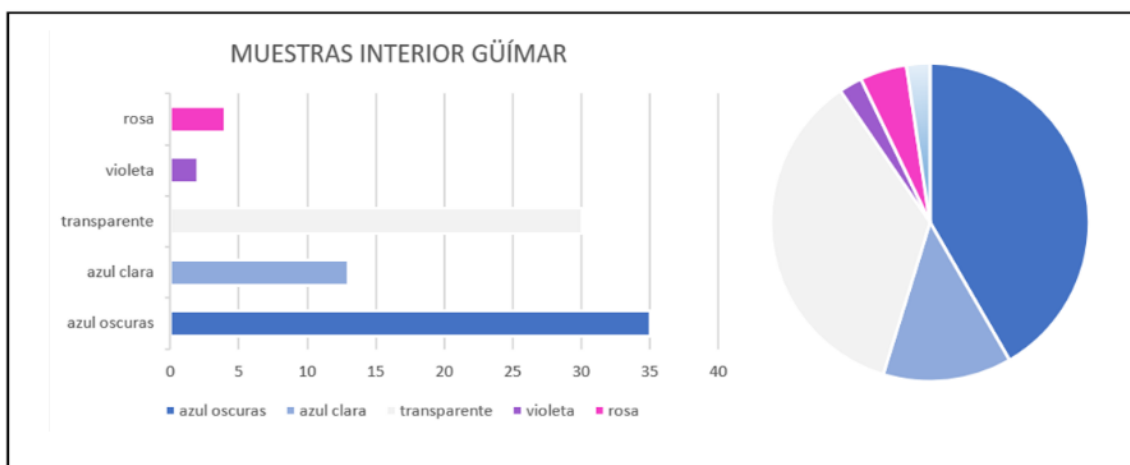
**Figura 11.** Fotografías de microplásticos (a) fibra natural (b) fibra sintética.

El tamaño de fibras más pequeño fue de 50,39  $\mu\text{m}$  y el mayor de 7353,19  $\mu\text{m}$ . Además, la media total de fibras por  $\text{cm}^2$  en la localidad de Güímar fue de 0,73. Estos datos se encuentran recopilados en la tabla 1.

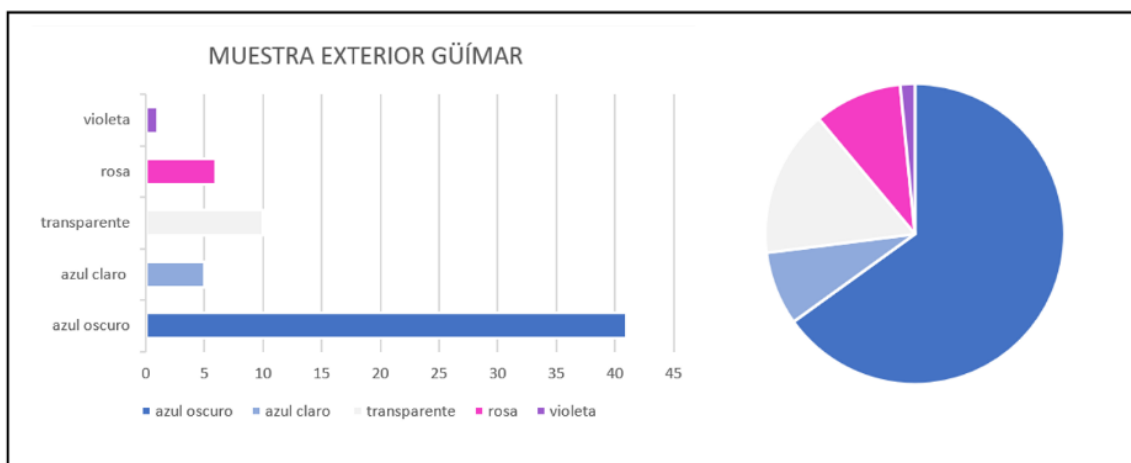
Muestras	Número de fibras	Rango ( $\mu\text{m}$ )	Fibras x $\text{cm}^2$
Muestra 1	20	[169,52-6533,99]	1,01
Muestra 2	19	[279,68-4081,5]	0,96
Muestra 3	10	[68,45-6287,96]	0,50
Muestra 4	18	[65,31-3182,26]	0,91
Muestra 5	17	[75,14-1663,09]	0,86
Muestra 6	13	[95,85-7352,19]	0,65
Muestra 7	12	[159,22-2265,9]	0,60
Muestra 8	14	[81,3-854,27]	0,70
Muestra 9	11	[111,9-3645,43]	0,55
Muestra 10	13	[50,39-2451,54]	0,65
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>[50,39-7352,19]</b>	<b>≈0,73</b>

**Tabla 1.** Resultado de muestro obtenido en el Valle de Güímar.

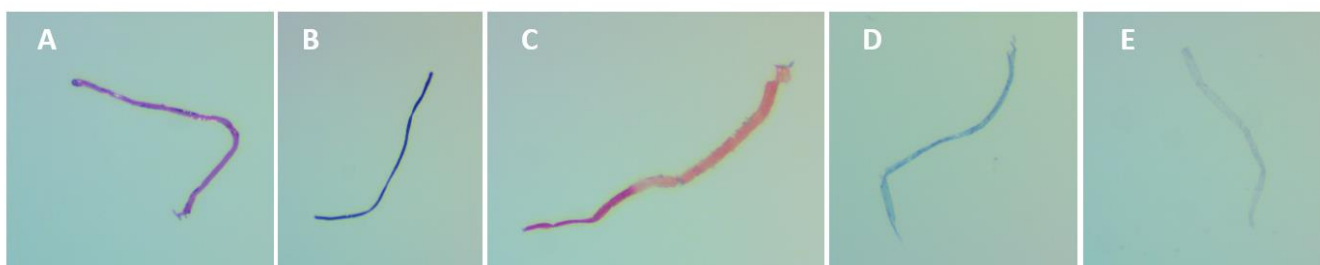
Además, el color principal de microplásticos fue el azul oscuro (con 35 fibras en interior y 41 en exterior, 41% y 65% respectivamente), seguido del transparente (con 30 fibras en interior y 10 en exterior, 35% y 15% respectivamente). En ambas ubicaciones se encontraron también partículas de color azul claro (con 11 fibras en interior y 5 en exterior, 13% y 7% respectivamente), rosa (con 4 fibras en interior y 6 en exterior, 4,76% y 9,5% respectivamente) y violeta (con 2 fibras en interior y 1 en exterior, 2,3% y 1,5% respectivamente). A continuación, en las gráficas 2 y 3 se muestra el número y color de las partículas en ambos muestreos.



**Gráfica 2.** Colores y cantidad de microplásticos en el interior de Güímar.



**Gráfica 3.** Colores y cantidad de microplásticos en el exterior de Güímar.



**Figura 12.** Fotografías de microfibras encontradas con distintos colores en las muestras del sureste de la isla (A) violeta (B) azul oscuro (C) rosa (D) azul claro (E) transparente.

### 3.2. Análisis de microplásticos en el valle de La Orotava.

En este caso, el muestreo resultó tener más de un 98% de fibras sintéticas. La partícula de menor tamaño fue de 32,21  $\mu\text{m}$  y la de mayor de 5627,92  $\mu\text{m}$ . La media de fibras que se pueden encontrar por  $\text{cm}^2$  se trata de 0,89. Los datos se muestran en la tabla 2.

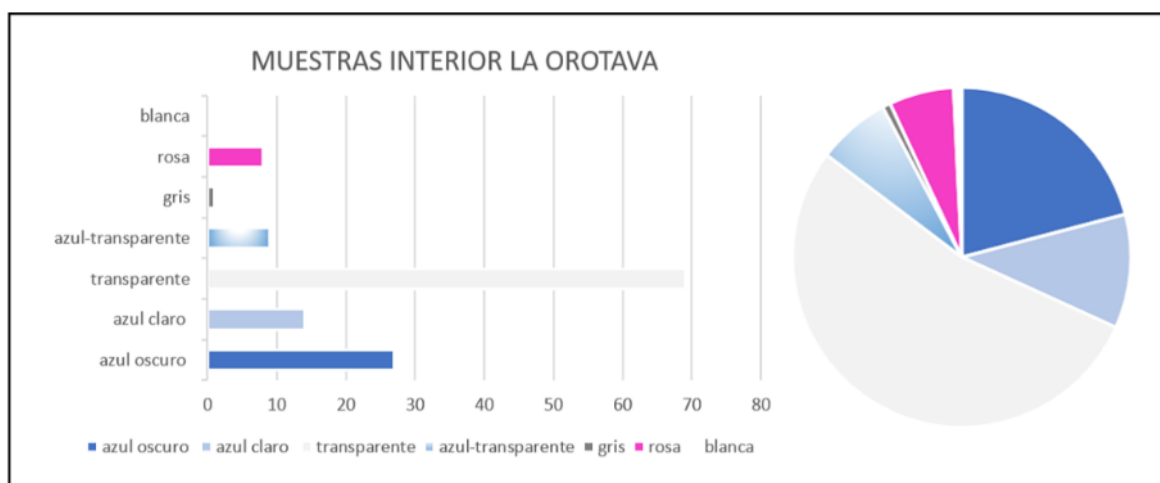
Muestras	Número de fibras	Rango ( $\mu\text{m}$ )	Fibras x $\text{cm}^2$
Muestra 1	38	[32,21-5627,92]	1,92
Muestra 2	11	[184,23-4282,15]	0,55
Muestra 3	27	[226,54-4626,25]	1,36
Muestra 4	22	[337,59-5582,17]	1,11
Muestra 5	29	[91,99-3580,37]	1,46
Muestra 6	13	[233,32-5589,56]	0,65
Muestra 7	9	[251,63-3231,35]	0,45
Muestra 8	12	[226,93-4517,95]	0,60
Muestra 9	7	[292,35-4296,67]	0,35
Muestra 10	9	[196,4-4581,33]	0,45
<b>Total</b>	<b>177</b>	<b>[32,21-5627,92]</b>	<b>≈0,89</b>

**Tabla 2.** Resultado de muestreo obtenido en el Valle de La Orotava.

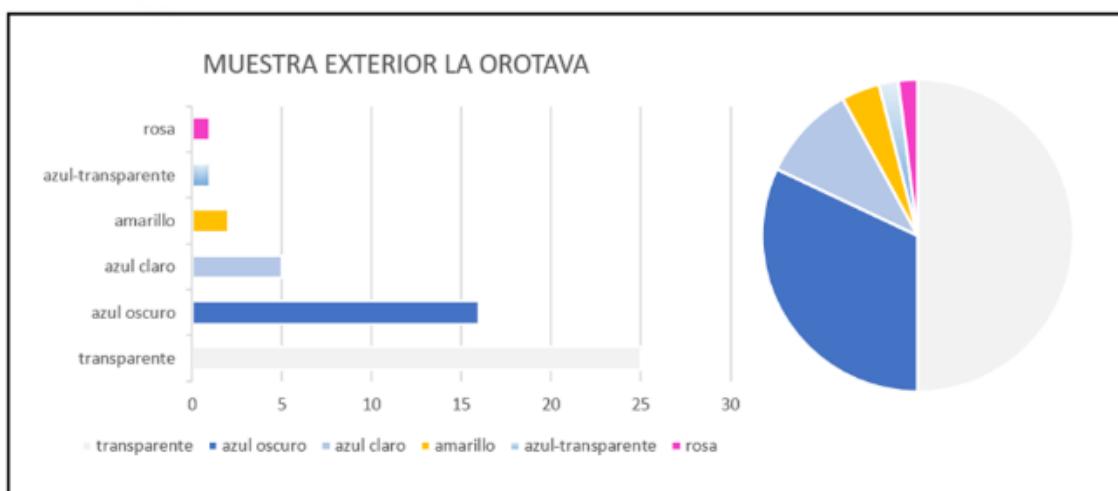
Respecto al color de las muestras en el norte, tanto en interior como en exterior destacan las microfibras de color transparente (con 69 fibras en interior y 25 en exteriores, 53,4% y 50% respectivamente). El siguiente color que predomina es el azul oscuro (con 27 fibras en interior y 16 en exterior, 20,9% y 32% respectivamente), seguido del azul claro (con 14 fibras en interior y 5 en exterior, 10,8% y 10% respectivamente), las fibras que variaban entre azul y transparente (con 9 fibras en interior y 1 en exterior, 6,9% y 2% respectivamente), rosa (con 8 fibras en interior y 1 en exterior, 6,2% y 2% respectivamente), amarillo (con 2 fibras en exterior, 4%), blanco (con 1 fibra en interior, 0,77%) y gris (con 1 fibra en interior, 0,77%)

Investigaciones sobre microplásticos en interiores encontraron que el color transparente era el más dominante en interiores [13]. Además, en muestras de Shanghai predominaban los colores azul y negro [13].

Los gráficos 4 y 5 muestran el número de microfibras correspondientes a cada color.

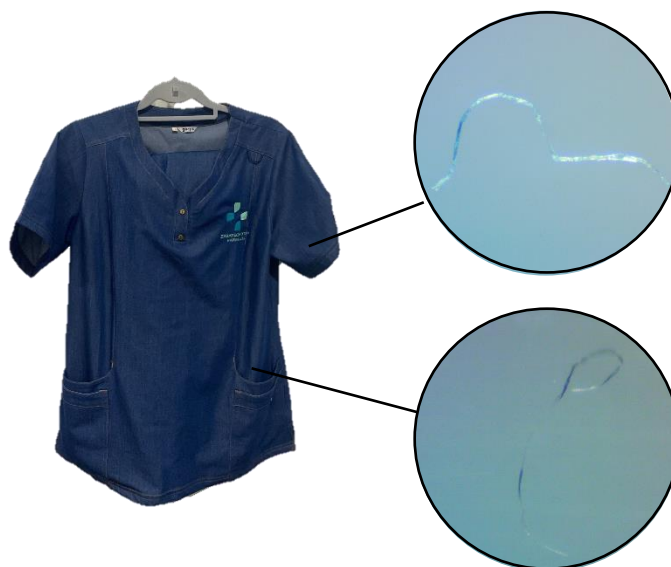


**Gráfica 4.** Colores y cantidad de microplásticos en el interior de La Orotava.

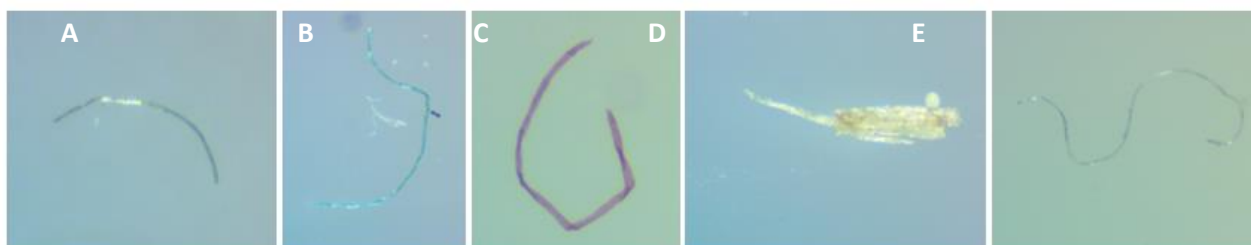


**Gráfica 5.** Colores y cantidad de microplásticos en el exterior de La Orotava.

El alto número de fibras encontradas en el muestreo correspondiente con el interior de la Farmacia de la Orotava podría ser debido a los nuevos uniformes que poseían dos colores que coincidían con las fibras encontradas, estas variaban de transparente a azul.



**Figura 13.** Uniforme farmacia y sus correspondientes fibras.



**Figura 14.** Fotografías de microfibras de distintos colores en el norte de la isla (A) gris (B) azul claro (C) rosa (D) amarilla (E) transparente.

En la Figura 22 se observa la distribución de los tamaños de las microfibras en las muestras estudiadas.



Tamaños (µm)	Muestras interior Güímar	Muestras exterior Güímar	Muestras interior Orotava	Muestras exterior Orotava
50 ≤ L < 100	4	5	4	0
100 ≤ L < 250	8	16	9	3
250 ≤ L < 500	12	8	18	4
500 ≤ L < 1000	21	7	35	8
1000 ≤ L	39	28	62	33
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>63</b>	<b>129</b>	<b>50</b>

**Tabla 3.** Tamaño de fibras en el trabajo actual.

Se compararon las concentraciones de microplásticos encontrados en la isla de Tenerife con estudios de la contaminación por microplásticos en otras partes del mundo, como se observa en la tabla 4.

Las partículas de nuestro estudio tenían un mayor tamaño de promedio, estas diferencias pueden deberse al tipo de muestreo realizado. En nuestro caso, las muestras se cogieron por gravedad, sin embargo, en la mayoría de los estudios, se realizaron con bombas que recolectan las partículas suspendidas en aire y por tanto los resultados no se deben al factor de la gravedad [11,14]. Las partículas pequeñas permanecen suspendidas en la atmósfera durante períodos más largos, mientras que los más grandes se asientan antes por gravedad.

Lugar	Espacio	Tamaño (µm)	Color	Autor
Portugal	<i>exterior</i>	330000	Colores claros	Prata <i>et al.</i> 2019 [12]
China	<i>Interior</i> <i>Exterior</i>	5-4665 5--1794	n.a	Liao <i>et al.</i> 2021 [14]
Paris	<i>Interior</i> <i>Exterior</i>	50-3250 50-1650	n.a	Dris <i>et al.</i> 2017 [11]
Londres	<i>Exterior</i>	400–500	Blanco >negro >azul	Wrinht <i>et al.</i> 2020 [13]
Irán	<i>Exterior</i>	<100	Blanco-transparente	Abbasi <i>et al.</i> 2022 [16]
Irán	<i>Interior</i>	50-1000	Rojo-rosado	Nematollahi <i>et al.</i> 2022 [15]
Güímar	<i>Interior</i> <i>Exterior</i>	≥1000 ≥1000	Azul oscuro Azul oscuro	Este estudio
La Orotava	<i>Interior</i> <i>Exterior</i>	≥1000 ≥1000	Transparente Transparente	Este estudio

**Tabla 4.** Tamaño de fibras en otros estudios.

Con respecto a la forma de microplásticos, las microfibras fueron los microplásticos más abundantes en todos los estudios que se han realizado [13,15].

Los colores coinciden en comparación con otros lugares destacando las fibras transparentes y azul, siendo ambas las más abundante. Aun así, el color de estas depende del lugar de recogida de muestra, en Irán destaca el color rojo-rosado [15] y el muestreo se realizó en un colegio, se puede asumir la existencia por tanto de algún uniforme, coincidiendo así que la mayor presencia de microfibras en el Valle de La Orotava sea el correspondiente también con su uniforme.

La presencia de estas partículas mundialmente provoca daños para la salud humana, actualmente los investigadores solo han examinado algunos de los tamaños y tipos de polímeros que son característicos de los microplásticos ambientales y solo una parte de los que están expuestos el ser humano [1]. Aunque los datos de estos estudios representan solo una pequeña porción se ha conseguido demostrar efectos para la salud.

Se ha demostrado que hay partículas que ya se encuentran en los pulmones de individuos y en sangre [5,17].

Las fibras después de ser inhaladas alcanzan las vías respiratorias y se depositan según sus propiedades, las más pequeñas con densidades bajas tienen una mayor probabilidad de llegar a las vías respiratorias profundas por sedimentación mientras que las mayores, como es el caso de este estudio, se depositan en las vías respiratorias mayores por impacto con las paredes rinofaríngeas. Esto podría provocar dificultades respiratorias, efectos citotóxicos e inflamatorios y enfermedades autoinmunes [18].

La llegada de los plásticos a la sangre también se debe a la inhalación y es que toda partícula entre 1 nm y 20  $\mu\text{m}$  se considera inhalable y, por tanto, va a tener un efecto perjudicial en nuestro cuerpo que depende de la forma de la partícula [19].

Estudios confirman el riesgo de padecer cáncer colorrectal, además de efectos respiratorios, en trabajadores expuestos diariamente a microfibras y textiles sintéticos [1].

Otra forma de ingresar en el organismo es por la ingestión de alimentos, donde se haya depositado un número importante de microfibras, pudiendo producir efectos sobre el sistema gastrointestinal como pueden ser efectos hepáticos y gastrointestinales [6].

Por lo tanto, las partículas de microplásticos pueden ingresar a nuestro ecosistema, donde un proceso de degradación constante facilita su dispersión y absorción, afectando a múltiples órganos y sistemas. Estudios *in vitro* han descrito la absorción de partículas plásticas de diferentes tamaños y han documentado sus efectos proinflamatorios y genotoxicidad, que pueden conducir

a la alteración estructural de las células y que pueden acceder a los organismos a través de vías dietéticas, respiratorias y a través de la epidermis. Sus efectos informados incluyen: cambios en la microbiota y la producción de enzimas digestivas; procesos inflamatorios a nivel respiratorio; trastornos del sistema circulatorio y reproductivo; y neurotoxicidad, induciendo cambios de comportamiento. Los efectos perjudiciales en diferentes órganos y sistemas están en función de la dosis, tamaño y propiedades químicas de las partículas plásticas [20, 21, 22]. En el caso de ingestión, sería necesario para evaluar el riesgo que suponen la existencia de valores de referencia, para así evaluar su ingesta dietética y por tanto el riesgo [23].

Es necesario en este campo realizar más investigaciones para determinar los efectos sobre la salud humana de estas partículas en dosis ambientales.

## **5. CONCLUSIONES**

- 1.** Todas las muestras de nuestro estudio, tanto de interior como de exterior presentaban microplásticos, principalmente microfibras.
- 2.** Se encontró una mayor concentración total de microfibras en interiores que en exteriores, lo que se puede relacionar con que las zonas interiores estaban más cerradas y presentaban una mayor afluencia de personas.
- 3.** Los factores ambientales, incluido la presencia de viento, el lugar de muestreo, la densidad de población y el estilo de vida afectan a la presencia de microplásticos.
- 4.** Se observaron microplásticos en forma de microfibras con diferentes tamaños, formas y colores y en su mayoría de naturaleza sintética, predominando, tanto en interiores como en exteriores, las partículas mayores de 1000  $\mu\text{m}$  y el color transparente y azul oscuro.
- 5.** En general, las microfibras obtenidas son de mayor tamaño que las referidas en otros estudios, probablemente debido a que la técnica utilizada fue la deposición por gravedad y por tanto serán las de mayor tamaño las que encontramos.
- 6.** Se debería concienciar en el uso correcto de los artículos de plástico y su reciclaje y realizar una mayor investigación en este campo, ya que aún quedan por conocer muchos aspectos sobre los efectos sobre la salud, cuando ingresan en nuestro organismo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. 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* [Internet]. Febrero de 2021; 756:144010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144010>
2. Yao Y, Glamoclija M, Murphy A, Gao Y. Characterization of microplastics in indoor and ambient air in northern New Jersey. *Environmental Research* [Internet]. Mayo de 2022 ;207:112142. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112142>
3. Choi D, Hwang J, Bang J, Han S, Kim T, Oh Y, Hwang Y, Choi J, Hong J. In vitro toxicity from a physical perspective of polyethylene microplastics based on statistical curvature change analysis. *Science of the Total Environment* [Internet]. Enero de 2021 ;752:142242. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142242>
4. Prata JC, Castro JL, da Costa JP, Duarte AC, Rocha-Santos T, Cerqueira M. The importance of contamination control in airborne fibers and microplastic sampling: Experiences from indoor and outdoor air sampling in Aveiro, Portugal. *Marine Pollution Bulletin* [Internet]. Octubre de 2020 ; 159:111522. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111522>
5. Jenner LC, Rotchell JM, Bennett RT, Cowen M, Tentzeris V, Sadofsky LR. Detection of microplastics in human lung tissue using  $\mu$ FTIR spectroscopy. *Science of the Total Environment* [Internet]. Julio de 2022 ;831:154907. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907>
6. Zhang P, Du F, Liang W, Chen Q, Meng J, Shi H. Microfiber fallout during dining and potential human intake. *Journal of Hazardous Materials* [Internet]. Mayo de 2022 ;430:128477. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128477>
7. Prata JC. Airborne microplastics: consequences to human health? *Environmental Pollution* [Internet]. Marzo de 2018 ;234:115-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
8. Xie Y, Li Y, Feng Y, Cheng W, Wang Y. Inhalable microplastics prevails in air: exploring the size detection limit. *Environment International* [Internet]. Abril de 2022 ;162:107151. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107151>
9. 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* [Internet]. Febrero de 2021; 756:144010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144010>
10. (IDECanarias visor 4.5.1 – Grafcan). Disponible en: <https://visor.grafcan.es/visorweb/default.php?svc>
11. Dris R, Gasperi J, Mirande C, Mandin C, Guerrouache M, Langlois V, Tassin B. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental Pollution* [Internet]. Febrero de 2017; 221:453-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>

12. Prata JC, Castro JL, da Costa JP, Duarte AC, Cerqueira M, Rocha-Santos T. An easy method for processing and identification of natural and synthetic microfibers and microplastics in indoor and outdoor air. *MethodsX* [Internet]. 2020;7(100762):1–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.032>
13. Ouyang Z, Mao R, Hu E, Xiao C, Yang C, Guo X. The indoor exposure of microplastics in different environments. *Gondwana Res* [Internet]. 2021; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2021.10.023>
14. Liao Z, Ji X, Ma Y, Lv B, Huang W, Zhu X, *et al.* Airborne microplastics in indoor and outdoor environments of a coastal city in Eastern China. *J Hazard Mater* [Internet]. 2021;417(126007):126007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126007>
15. Nematollahi MJ, Zarei F, Keshavarzi B, Zarei M, Moore F, Busquets R, *et al.* Microplastic occurrence in settled indoor dust in schools. *Sci Total Environ* [Internet]. 2022;807(Pt 3):150984. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150984>
16. Abbasi S, Keshavarzi B, Moore F, Turner A, Kelly FJ, Dominguez AO, Jaafarzadeh N. Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Iran. *Environmental Pollution* [Internet]. Enero de 2019 ;244:153-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.039>
17. Leslie HA, van Velzen MJM, Brandsma SH, Vethaak AD, Garcia-Vallejo JJ, Lamoree MH. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environ Int* [Internet]. 2022;163(107199):107199. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
18. Facciola A, Visalli G, Pruiti Ciarello M, Di Pietro A. Newly emerging airborne pollutants: Current knowledge of health impact of micro and nanoplastics. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021;18(6):2997. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18062997>
19. Wieland S, Balmes A, Bender J, Kitzinger J, Meyer F, Ramsperger AF, *et al.* From properties to toxicity: Comparing microplastics to other airborne microparticles. *J Hazard Mater* [Internet]. 2022;428(128151):128151. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.128151>

