



**“EVALUACIÓN DEL EFECTO AMBIENTAL DE MICROPLÁSTICOS QUE SE ENCUENTRAN EN PRODUCTOS COSMÉTICOS Y DE CUIDADO PERSONAL”**

**Dra. María Neftalí Rojas Valencia**

**Mtra. Mariel Rosado Desales**

Instituto de Ingeniería, UNAM, mail: [mrojasv@iingen.unam.mx](mailto:mrojasv@iingen.unam.mx)

Tel. Cel. 5580105610

1

**ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

**Fuentes de origen humano (antropogénico)**

**Origen Industrial**

Metales  
PCBs  
Dioxinas y Furanos  
Hidrocarburos (HAPs)



**Origen Agrario**

Pesticidas  
Bionutrientes



**Origen Urbano**

Detergentes  
Bionutrientes

## Justificación

Amereh et al., 2022, demostró una carga significativamente mayor de partículas de plástico en los embarazos con restricciones del crecimiento intrauterino RCIU (media = 23 partículas/placenta) en comparación con el grupo normal (media ≤ partícula/placenta). Predominaban el PE y PS.

Schirinzi et al., (2017) demostraron in vitro que los MP y NP pueden inducir estrés oxidativo en las células epiteliales por contacto cutáneo.

Jinhui et al., 2019, en su estudio sugieren que el efecto en la reducción del crecimiento del caballito de mar amarillo (*Hippocampus kuda*) fue causada por la acumulación de metales pesados adsorbidos más que los microplásticos por sí mismos.

En un estudio realizado por Alba Tamargo, et al., 2022, concluyen que la ingesta de microplásticos reduce la diversidad bacteriana de la microbiota del colon, y por la posible exposición crónica a estas partículas a través de nuestra dieta, los MP podrían alterar el equilibrio intestinal.

Park et al., 2020, observaron en ratones, que el número de nacidos vivos, la proporción de sexos y el peso corporal de las crías se vieron afectados a dosis altas de microplásticos, estimaron que el nivel sin efecto adverso observado (NOAEL) era inferior a 15 mg/kg peso corporal/día.

Liu et al., 2018 expusieron al pez zebra a MP que contenían Cd durante 3 semanas y descubrieron que la presencia de MP podía aumentar la acumulación de Cd en las branquias, los intestinos y el hígado del pez cebra.

3

## Justificación



4

## Hipótesis



Los productos de belleza y cuidado personal en México contienen microplásticos con o sin metales pesados, adicionados durante su fabricación o adsorbidos del ambiente, los cuales pueden ser identificados y/o cuantificados con el fin de aportar información sobre el riesgo potencial que representan para el ambiente, biota y población humana.



5

## Objetivo General



Comprobar la presencia de microplásticos en productos cosméticos y su capacidad de sorción de metales pesados (Pb, Cd) para la predicción de sus posibles efectos en el ambiente y biota, incluyendo la población humana, considerando la información generada experimentalmente y la bibliografía disponible.

6

## Objetivos específicos

A) Caracterizar los microplásticos según su composición química (tipo de polímero), color, forma, mediante espectrometría infrarroja y visualmente para la diferenciación de su comportamiento.

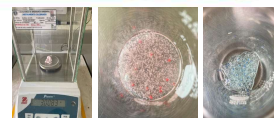
B) Determinar la capacidad de sorción de metales pesados (Pb y Cd) en los microplásticos seleccionados para el comparativo con otros estudios publicados respecto a sus posibles efectos en el ambiente y biota.

7

## Metodología

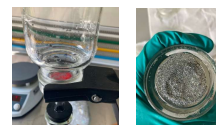
Etapa 1

Selección de muestras en dos fases experimentales:  
**Fase 1)** 3 cremas faciales y 1 pasta dental  
**Fase 2)** 4 esmaltes de uñas, 1 delineador de ojos, 1 brillo para labios, 2 kits brillantina para el cuerpo



Etapa 2

Extracción de microplásticos por filtración en vacío



Etapa 3

Caracterización de microplásticos por espectrometría FT-IR



Etapa 4

Sorción de metales y análisis de metales mediante espectrometría de emisión óptica acoplada inductivamente



8

## Resultados y discusión

### Fase 1

| Muestra                    | Partícula identificada   |
|----------------------------|--------------------------|
| Muestra A                  | Microcelulosa cristalina |
| Exfoliante facial          |                          |
| Muestra B<br>Gel limpiador |                          |
| Muestra C                  | Microcelulosa cristalina |
| Espuma limpiadora          |                          |
| Muestra D<br>Pasta dental  | Silica                   |

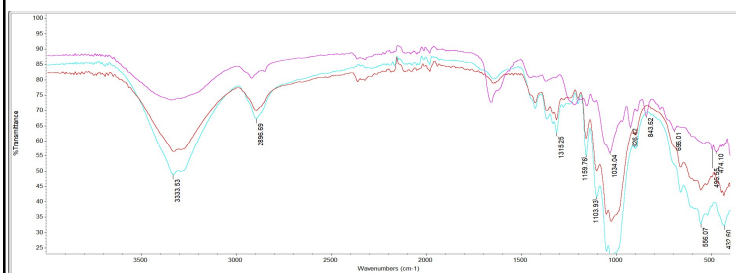
La identificación de la partícula contenida en cada muestra se realizó mediante la interpretación de los espectros FT-IR y también a través de bibliografía disponible de otras investigaciones relacionadas.

El análisis espectral comparativo realizado entre las tres muestras de la fase uno (A, B y C) demuestra una coincidencia de las bandas y picos.

9

## Resultados y discusión

### Fase 1



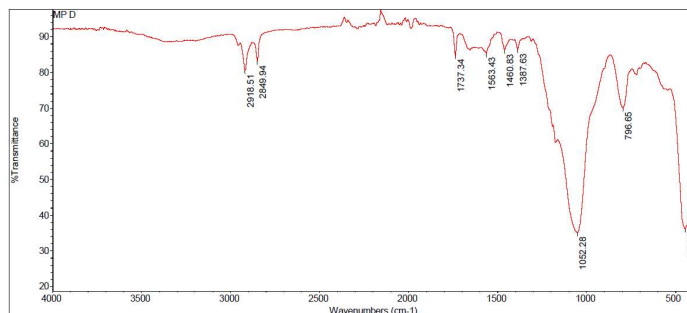
Espectro comparativo muestra A, B y C (Exfoliante facial, gel limpiador fácil y espuma limpiadora)

Del análisis del espectro se deduce que el pico acentuado en  $3342.65\text{ cm}^{-1}$  indica la presencia del grupo funcional  $\text{-OH}$ , para  $2920.65\text{ cm}^{-1}$ , tensión  $\text{-CH}$  y finalmente para  $1031.94\text{ cm}^{-1}$ , tensión  $\text{C-O-C}$ . Se concluye en esta revisión que los picos obtenidos al analizar las muestras A, B y C de la fase 1, no corresponden a microplásticos sino a microcelulosa cristalina contenida en los exfoliantes y geles limpiadores.

10

## Resultados y discusión

### Fase 1



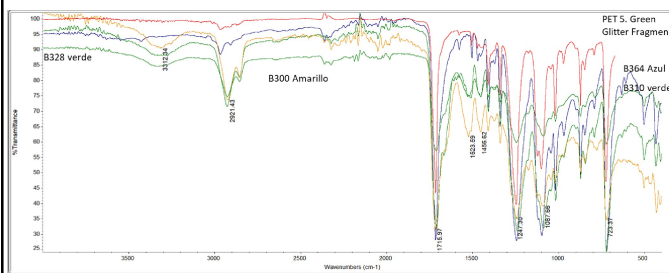
Espectro FT-IR de muestra D (Crema dental)

En el listado de ingredientes se identificó como posible sustancia química la silica hidratada. Sus bandas coincidieron con otros espectros de  $\text{SiO}_2$ , a excepción del grupo OH, que no se identificó posiblemente porque la muestra estaba completamente seca. La banda más cercana a  $1070 \text{ cm}^{-1}$  es la asociada con el movimiento de estiramiento asimétrico O-Si-O. Por lo tanto, el “aparente” microplástico es realmente una silica hidratada cuya finalidad es eliminar las manchas de los dientes al tener un efecto abrasivo.

11

## Resultados y discusión

### Fase 2



Espectros FT-IR para B364, B300, B328, B310 (Esmaltes de uñas)

Para las muestras de la Fase 2 se revisó y analizó cada pico y banda con referencias bibliográficas, considerando la regla de los tres picos que indica los 3 valores que deben estar presentes en el espectro para asignarlo a una determinada sustancia (Smith, 2022), se observa el estiramiento  $\text{C}=\text{O}$  en el valor de  $1710.05 \text{ cm}^{-1}$ , el estiramiento  $\text{C}-\text{O}$  está en  $1239.97 \text{ cm}^{-1}$  y el estiramiento  $\text{O}-\text{C}-\text{C}$  cae en  $1087.77 \text{ cm}^{-1}$ . Asimismo, se compararon los espectros (B364, B300, B328, B310), con un espectro de una investigación reportada que era similar con el obtenido en este estudio (PET Fragmento verde de brillantina, De Frond et al., 2021).

## Resultados y discusión

### Fase 2



Ejemplo de Microplástico de la muestra B364

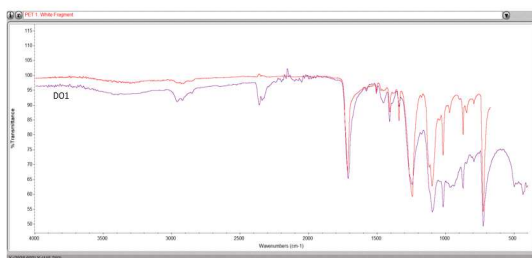
Como resultado se logró determinar que el espectro B310 corresponde a un polímero, en este caso el PET, por lo que, las muestras B364, B300 y B328 también son microplásticos de PET.

De acuerdo con su caracterización, este tipo de microplásticos, como describe Yurtsever, 2019, son pequeñas partículas decorativas planas conocidas también como brillantina o “glitter”. La mayoría están hechas de PET metalizado con aluminio, titanio, hierro o bismuto y también se añaden a los cosméticos con fines estéticos.

13

## Resultados y discusión

### Fase 2



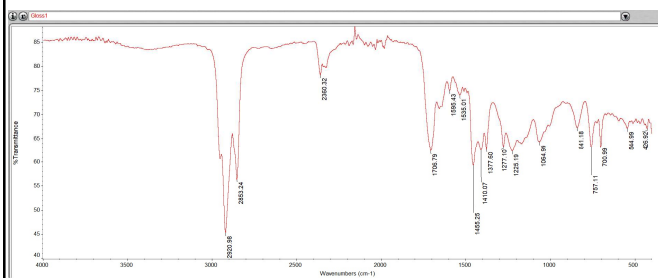
Análisis comparativo de bandas para muestra DO1 (Delineador) y fragmento de PET blanco (PET White fragment, De Frond, et al., 2021).

Para la muestra espectral DO1, también se llevó a cabo una comparación de espectros, determinando que la muestra contiene el polímero PET siguiendo la regla de los tres picos explicada anteriormente, se observa el estiramiento C=O en el valor de  $1710.85\text{ cm}^{-1}$ , el estiramiento C-C-O está en  $1243.67\text{ cm}^{-1}$  y el estiramiento O-C-C cae en  $1095.52\text{ cm}^{-1}$ .

14

## Resultados y discusión

### Fase 2



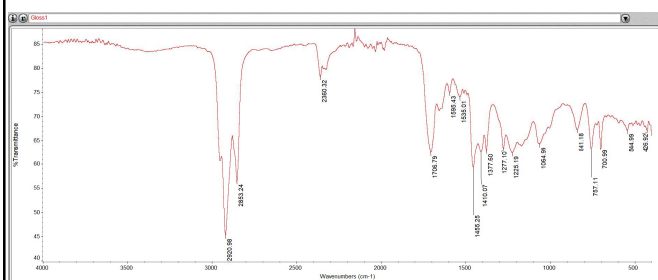
Espectro FT-IR para GS1

Para GS1, las bandas ubicadas en 2920.98 y 2853.94  $\text{cm}^{-1}$  indican estiramiento en CH, para 1455.25  $\text{cm}^{-1}$  indican estiramiento de  $\text{CH}_2$ , para 757.11  $\text{cm}^{-1}$  reflejan  $\text{CH}_2$  en flexión y para 700.99  $\text{cm}^{-1}$  indican  $\text{CH}_2$  en flexión asimétrica (Jung et al. 2017). Esta coincidencia de bandas y picos permitió determinar que se trata de HDPE, misma información que fue verificada con el listado de ingredientes dónde únicamente se señala el PE, no obstante, el espectro de GS1 también refleja tensión para un grupo funcional  $\text{C}=\text{O}$ , el cual puede tratarse de algún componente orgánico que no fue eliminado durante la fase de extracción.

15

## Resultados y discusión

### Fase 2



Espectros FT-IR para MP1 y MP2

Los espectros de MP1 y MP2 (Muestras de brillantina) fueron comparados bibliográficamente igual que los microplásticos anteriores, cuyos resultados corresponden también a microplásticos de PET.



16

## Resultados y discusión

### Caracterización de microplásticos Fase 2



| Muestra | Fotografía | Tipo | Color     | Forma          |
|---------|------------|------|-----------|----------------|
| B310    |            | PET  | Plata     | Cuadrado       |
| B364    |            | PET  | Holograma | Varios         |
| GS1     |            | HDPE | Blanco    | Circular plano |
| B328    |            | PET  | Dorado    | Fibra          |
| B300    |            | PET  | Plata     | Circular plano |
| DO1     |            | PET  | Rojo      | Circular plano |
| MP1     |            | PET  | Varios    | Varios         |
| MP2     |            | PET  | Varios    | Varios         |



## Resultados y discusión

### Análisis de metales

Los resultados reflejan una mayor cantidad de metales sorbidos en MP1 que MP2, es importante señalar que ambas muestras (MP1 y MP2) son el mismo material (PET), esto puede asociarse al área superficial disponible para este proceso y que también la muestra MP1 contiene potencialmente otros polímeros como acrilatos y poliuretanos, lo que representa cambios en las capacidades sortivas de este microplástico (Holmes, 2014).

Tabla de resultados de concentración de metales por análisis de ICP-OES

| Muestra          | Peso muestra (g) | Cd (LDC 0.01 mg/L) | Pb (LDC 0.05 mg/L) | Cd (mg) | Pb (mg) | mg de Cd/ g de MP | mg de Pb/ g de MP |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|-------------------|-------------------|
| MP 1 con Metales | 0.20018          | 0.59               | 1.01               | 0.0148  | 0.0149  | 0.07368368        | 0.07442052        |
| MP 2 sin metal   | 0.2              | <LCP               | <LCP               | <LCP    | <LCP    | -                 | -                 |
| MP 2 con Metales | 0.20023          | 0.24               | 0.46               | 0.006   | 0.0028  | 0.02996554        | 0.01378414        |
| MP 1 sin metal   | 0.11             | <LCP               | <LCP               | <LCP    | <LCP    | -                 | -                 |

## Resultados y discusión

Tabla de resultados de Análisis de Metales en Microplásticos

| MP               | Al      | As      | Ba      | Be      | Ca      | Cd      | Co      | Cr      | Cu      | Fe      | K       | Mg      | Mn      | Mo      | Ni      | Pb      | Sb      | Se      | Ti      | Tl      | V       | Zn      |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 396.152 | 188.980 | 233.527 | 313.107 | 317.933 | 214.439 | 238.892 | 267.716 | 327.395 | 259.940 | 766.491 | 280.270 | 259.372 | 204.598 | 231.604 | 220.353 | 206.834 | 196.026 | 336.122 | 190.794 | 311.837 | 213.857 |
| LDC (LCP) (mg/L) | 0.05    | 0.1     | 0.01    | 0.01    | 0.25    | 0.01    | 0.05    | 0.01    | 0.01    | 0.01    | 0.5     | 0.1     | 0.01    | 0.1     | 0.05    | 0.05    | 0.25    | 0.05    | 0.01    | 0.05    | 0.01    | 0.01    |
| B364             | 37.63   | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.52    | <LCP    | 0.23    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 1.41    | <LCP    | 0.02    | <LCP    | <LCP    | <LCP    |
| MP Sin metal 2   | 4.33    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.02    | 0.84    | <LCP    | 2.93    | 5.3     | 0.11    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 7.38    | <LCP    | <LCP    | <LCP    |
| DO1              | 2.46    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.34    | <LCP    | 0.07    | <LCP    | <LCP    | <LCP    |
| GS1              | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.02    | 0.06    | <LCP    | 0.13    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.94    | <LCP    | <LCP    | <LCP    |
| B 328            | 9.98    | <LCP    | 0.02    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.02    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 1.05    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.09    |
| B300             | 28.24   | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.09    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 1.46    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.03    |
| B310             | 16.52   | <LCP    | 0.2     | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.03    | <LCP    | 0.11    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 1.73    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.05    |
| MP Sin metal 1   | 4.23    | <LCP    | 0.06    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.26    | 0.35    | 0.05    | 0.52    | 0.11    | 0.05    | <LCP    | <LCP    | <LCP    | 0.63    | <LCP    | 0.07    | <LCP    | <LCP    | <LCP    |

La muestra de brillantina resalta porque contiene otros metales que pueden ser tóxicos a la salud, como cromo, cobre, antimonio, que también son conocidos por sus efectos negativos a la salud humana y medio ambiente, como el caso de la muestra DO1 (Delineador de ojos), la cual contenía Antimonio (Sb).

19

## Conclusiones



La hipótesis planteada se acepta parcialmente debido a que algunos fabricantes no adicionan MP a sus formulaciones siguiendo los lineamientos internacionales actuales.



De las muestras seleccionadas, se comprobó que éstas contienen algún tipo de polímero dentro de su formulación.



El polímero mayormente hallado en las muestras corresponde al PET (tereftalato de polietileno).



Asimismo, de los microplásticos obtenidos, ninguno demostró contener los metales pesados (Pb y Cd).

20

## Conclusiones



En los microplásticos de PET analizados, se confirmó la sorción de metales pesados, lo que indica que los microplásticos pueden ser un vector de contaminación hacia el ambiente y ser humano, como lo indica la literatura, esto dependerá de las características del polímero como la concentración del medio dónde se encuentren y variables que puedan influir en los procesos generales de sorción como pH, temperatura, etc.



Se corrobora que los microplásticos de diferentes tipos y tamaños forman parte de algunos productos cosméticos, en forma de glitter, por ejemplo, los delineadores de ojos, brillos para labios y esmaltes para uñas.



Existe evidencia bibliográfica inconsistente de los efectos potenciales adversos a la salud y al ambiente causados por microplásticos. Los estudios que evalúan la toxicocinética relacionada con el ser humano por la exposición a los microplásticos son limitados y además consideran dosis muy altas por lo que no son representativas.

21

## Recomendaciones

- Se necesitan estudios a largo plazo para explorar los efectos sobre la salud tras una exposición crónica y establecer la relación de dosis de exposición- respuesta, por lo tanto, los riesgos a la salud causados por microplásticos y sus interacciones con otros contaminantes tóxicos como los metales pesados no es clara y requiere mayor investigación al respecto.

- Los resultados de este trabajo sugieren hacer una investigación más exhaustiva de la interacción de microplásticos en productos cosméticos con el ambiente y con los usuarios finales, también invitan una vez más a la reflexión respecto a la gestión adecuada de estos microplásticos a lo largo de su ciclo de vida, desde su fabricación, hasta convertirse en un residuo que puede liberarse al ambiente y de esta forma continuar sumando a los millones de toneladas que existen en el mundo.

22

# Muchas gracias por su atención

**Dra. María Neftalí Rojas Valencia**

**Mtra. Mariel Rosado Desales**

**Instituto de Ingeniería, UNAM. mail: mrojasv@iingen.uan.mx**

**Tel. 5580105610**

23

## Bibliografía

- Amereh F, Amjadi N, Mohseni-Bandpei A, Isazadeh S, Mehrabi Y, Eslami A, Naeiji Z, Rafiee M. (2022) Placental plastics in young women from general population correlate with reduced foetal growth in IUGR pregnancies. *Environmental Pollution*; 314: 120174.
- Brian C. Smith, *Spectroscopy*, October 2022, Volume 37, Issue 10 Pages: 25-28, <https://doi.org/10.56530/spectroscopy.ta9383e3>
- De Frond H, Rubinovitz R, Rochman CM.  $\mu$ ATR-FTIR Spectral Libraries of Plastic Particles (FLOPP and FLOPP-e) for the Analysis of Microplastics. *Anal Chem*. 2021 Dec 7;93(48):15878-15885. doi: 10.1021/acs.analchem.1c02549. Epub 2021 Nov 23. PMID: 34813292.
- Holmes, L. A., Turner, A., & Thompson, R. C. (2014). Interactions between trace metals and plastic production pellets under estuarine conditions. *Marine Chemistry*, 167, 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2014.06.001>
- Jinhui, S., Sudong, X., Yan, N., Xia, P., Jiahao, Q., & Yongjian, X. (2019). Effects of microplastics and attached heavy metals on growth, immunity, and heavy metal accumulation in the yellow seahorse, *Hippocampus kuda* Bleeker. *Marine Pollution Bulletin*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110510>
- Liu S, Liu X, Guo J, Yang R, Wang H, Sun Y, Chen B, Dong R. (2022) The association between microplastics and microbiota in placentas and meconium: the first evidence in humans. *Environmental Science & Technology*: A-L.
- Park E-J, Han J-S, Park E-J, Seong E, Lee G-H, Kim D-W, Son H-Y, Han H-Y, Lee B-S. (2020) Repeated-oral dose toxicity of polyethylene microplastics and the possible implications on reproduction and development of the next generation. *Toxicology Letters*; 324: 75-85.
- Schirinzì, G. F., Pérez-Pomeda, I., Sanchis, J., Rossini, C., Farré, M., & Barceló, D. (2017). Cytotoxic effects of commonly used nanomaterials and microplastics on cerebral and epithelial human cells. *Environmental Research*, 159, 579-587. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.043>
- Tamargo, A., Molinero, N., Reinosa, J.J. et al. PET microplastics affect human gut microbiota communities during simulated gastrointestinal digestion, first evidence of plausible polymer biodegradation during human digestion. *Sci Rep* 12, 528 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04489-w>
- Yurtsever, M. (2019). Tiny, shiny, and colorful microplastics: Are regular glitters a significant source of microplastics? *Marine Pollution Bulletin*, 146, 678-682. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.009>

24