

Resumen

Las membranas poliméricas son materiales que se han utilizado para el desarrollo de biomateriales como andamios, catéteres de diálisis y adhesivos de tejidos. Las membranas poliméricas han demostrado ser un excelente material debido a su alta área de superficie, pero sufren el fenómeno conocido como ensuciamiento ("fouling"). El ensuciamiento se produce debido a la acumulación de materia orgánica y biológica en la superficie de la membrana, provocando el deterioro de la misma y reduciendo su eficiencia. La fotocatalisis es un proceso de alto rendimiento que utiliza la luz solar para la degradación de contaminantes. Las membranas fotocatalíticas pueden ser una solución factible al fenómeno del ensuciamiento, específicamente para la prevención de biopelículas ("fouling" causado por bacterias). Las membranas reactivas generalmente tienen dos capas (sustrato y capa activa) con diferentes funciones. En este trabajo, estudiamos nanoestructuras de disulfuro de molibdeno (MoS₂) como un fotocatalizador prometedor para prevenir la acumulación de bacterias sobre la superficie de la membrana. Se exfoliaron nanoestructuras de MoS₂, ya que se ha demostrado que son la estructura que muestra propiedades fotocatalíticas. Luego, se depositaron sobre diferentes sustratos incluyendo: polisulfona (PSF) y polisulfona con polidopamina (PDA). La morfología de las membranas modificadas fue estudiada mediante microscopía de barrido electrónico (SEM) donde se apreció el tamaño de las nanoestructuras. Las propiedades de hidrofiliabilidad se evaluaron con medidas de ángulo de contacto, los resultados muestran que la capa de PDA hace que la superficie sea súper-hidrofílica. Finalmente, se estudió la capacidad de prevenir la formación de biopelículas utilizando *E. Coli* como bacteria modelo y al ser expuestas a luz solar simulada. Las superficies de las membranas se estudiaron con SEM y se demostró que las membranas modificadas con MoS₂ reduce significativamente la adhesión de bacterias. Estos resultados demuestran que la combinación de propiedades: hidrofiliabilidad y fotocatalisis, son una alternativa viable para prevenir las biopelículas en materiales poliméricos.

Introducción

- Las membranas poliméricas se han utilizado para el desarrollo de muchos biomateriales como andamios, catéteres de diálisis y adhesivos de tejidos.
- Típicamente, las membranas sufren el fenómeno de ensuciamiento ("fouling").
 - Acumulación y adhesión de materia orgánica y biológica en las superficies poliméricas.
 - Reduce la efectividad y la eficiencia de las membranas.
- Una *alternativa viable* para minimizar este problema es la fabricación de **membranas reactivas**. En este contexto, la deposición de **polidopamina (PDA)** un polímero hidrofílico y **nanoestructuras de disulfuro de molibdeno (MoS₂)** pueden evitar la adhesión de bacterias y prevenir la formación de biopelículas.
 - Se combinan las propiedades de hidrofiliabilidad y fotocatalisis.

Ensuciamiento Biológico

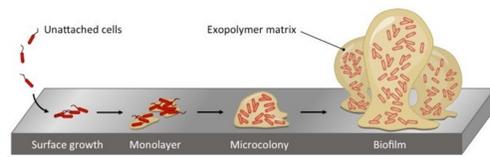
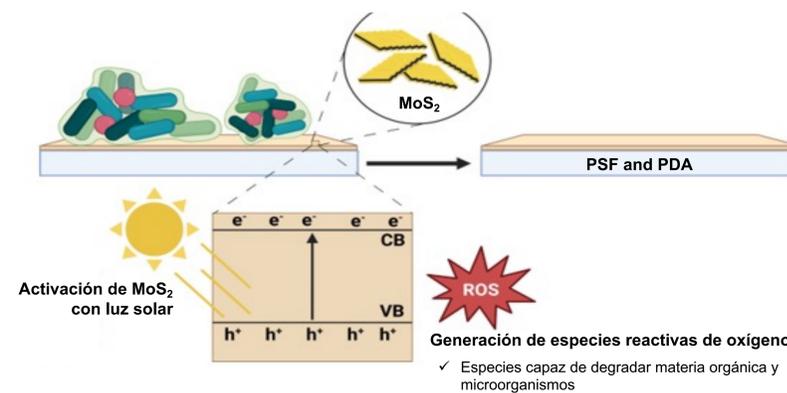


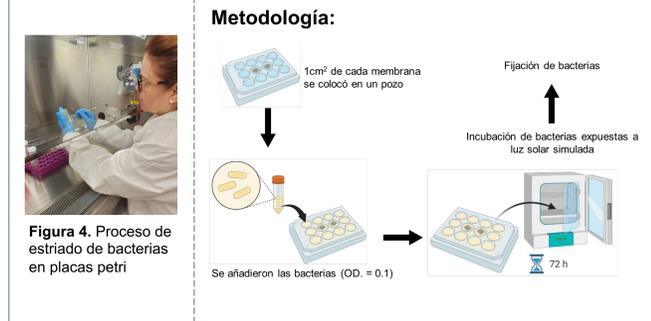
Figura 1. Representación esquemática de la formación de biopelículas sobre las membranas poliméricas

Enfoque de investigación

Objetivo de la investigación: Desarrollar una membrana híbrida combinando polisulfona, polidopamina y disulfuro de molibdeno (PSF:PDA:MoS₂) que exhiba una superficie hidrofílica y capacidades fotocatalíticas.



Prevención de biopelículas



Evaluación de biopelículas

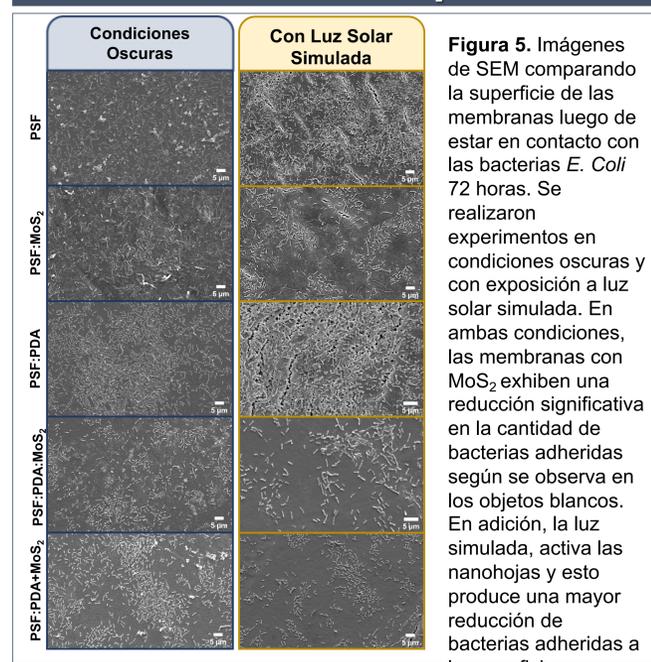
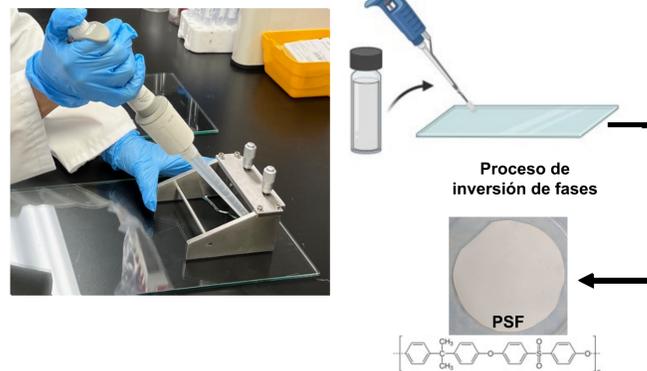


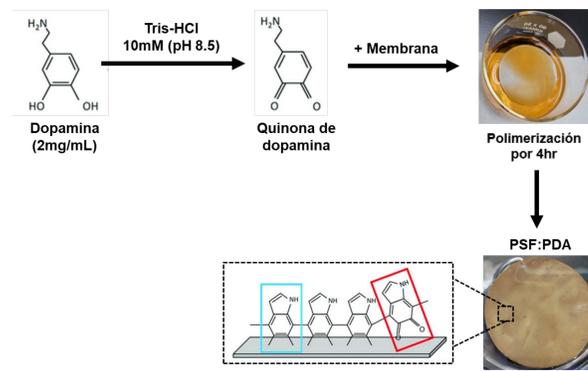
Figura 5. Imágenes de SEM comparando la superficie de las membranas luego de estar en contacto con las bacterias *E. Coli* 72 horas. Se realizaron experimentos en condiciones oscuras y con exposición a luz solar simulada. En ambas condiciones, las membranas con MoS₂ exhiben una reducción significativa en la cantidad de bacterias adheridas según se observa en los objetos blancos. En adición, la luz simulada, activa las nanoestructuras y esto produce una mayor reducción de bacterias adheridas a la superficie.

Fabricación de membranas

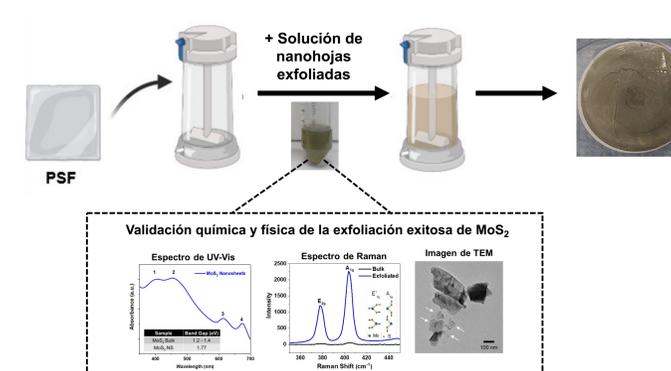
1. Soporte de Polisulfona (PSF)



2. Polimerización de Dopamina (PDA)



3. Deposición por presión de nanoestructuras de disulfuro de molibdeno (MoS₂)



Análisis morfológico de membranas

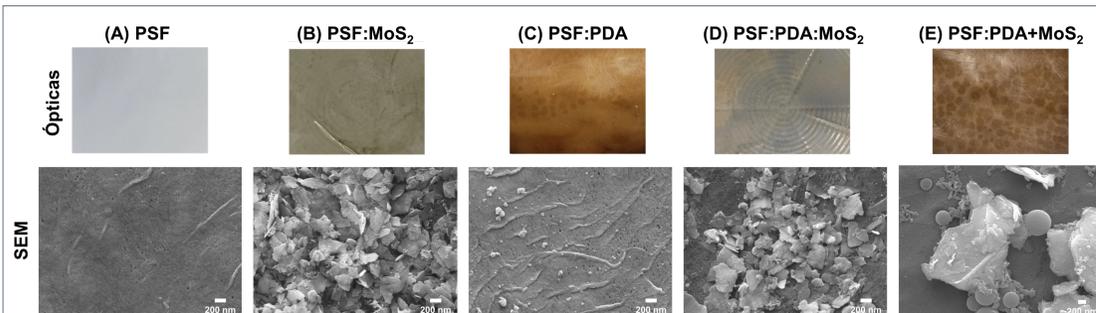
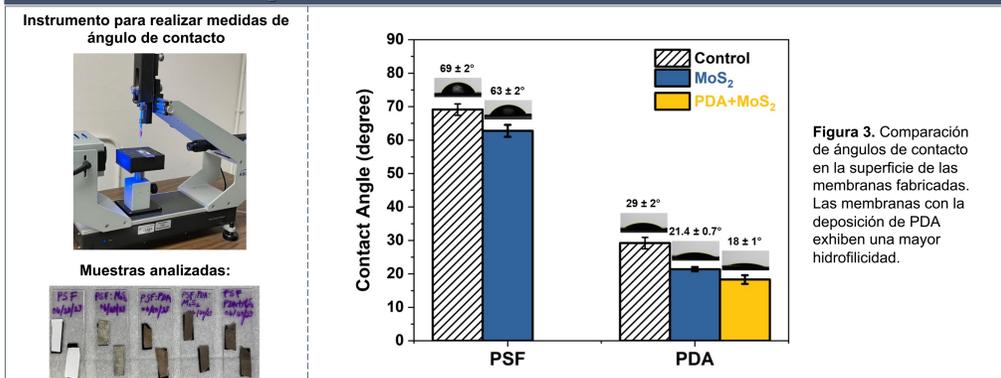


Figura 2. Comparación de la superficie de las membranas fabricadas mediante imágenes ópticas e imágenes de SEM (A) PSF, (B) PSF:MoS₂, (C) PSF:PDA, (D) PSF:PDA:MoS₂, and (E) PSF:PDA+MoS₂. Las diferentes modificaciones exhiben cambios notables en el color de las membranas. En el SEM se aprecia la morfología característica de las nanoestructuras de MoS₂.

Propiedades de hidrofiliabilidad



Agradecimientos

Parte de este trabajo fue subvencionado por fondos de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF, # 2147012). Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Dra. Michelle Borrero, directora del programa BIORETS por la oportunidad de participar en el proyecto, al equipo de investigación, Dr. Eduardo Nicolau, mi mentora Dra. Perla Cruz-Tato del Departamento de Química y a los compañeros Ángela M. Del Toro, Pablo Hernández y Cruz Mari Vázquez.

