

### Ficha 3: sintetizando e investigando PVC antibacteriano

Traducido por María Chueca

El polímero cloruro de polivinilo (PVC) es un plástico barato y duradero que se usa en tuberías, carteles y ropa. A menudo se le añaden plastificantes para hacerlo más flexible y fácil de manipular. En esta actividad vas a fabricar una membrana de PVC con y sin plastificantes y vas a comparar sus propiedades físicas y químicas.

Las membranas antimicrobianas son utilizadas en muchas tecnologías médicas, se fabrican incorporando nano partículas o micro partículas de plata o de otros metales en polímeros. En presencia de oxígeno (en el aire) y agua, las partículas de plata elemental reaccionan para formar iones plata ( $\text{Ag}^{2+}$ ) que tienen la capacidad de destruir la pared celular, inhibir la reproducción celular y trastornar el metabolismo en algunas bacterias, virus, algas y hongos<sup>w3, w4</sup>.

#### **Materiales**

Disolvente: oxolano (tetrahidrofurano,  $(\text{CH}_2)_4\text{O}$ )

PVC en polvo

Dibutil sebacato u otro plastificante

Nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ )

Citrato trisodico ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ )

Agar nutriente

Cultivo bacteriano (por ejemplo *E. Coli* en un caldo de nutrientes)

Una placa calefactora

Un agitador magnético

Vasos de precipitados de 75 ml

Una base de vidrio (por ejemplo un vaso de precipitados, un vidrio reloj o un vidrio portante)

Una probeta graduada

Una pipeta Pasteur

Una espátula

Cápsulas Petri

Bucles de inoculación

#### **Procedimiento**

**Nota de seguridad:** todos los pasos han de realizarse bajo la campana de humos.

El tetrahidrofurano es un líquido altamente inflamable y su vapor puede causar irritación ocular seria, se debe manipular con cuidado, siempre bajo la campana y llevando guantes.

---

Material de soporte para:

Establish project (2011) Polímeros en medicina . *Science in School* 21.  
[www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish](http://www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish)

**1) Fabricando PVC sin plastificante**

1. Calienta 20 ml de disolvente usando la placa calefactora y el agitador magnético.
2. Lentamente añade 1.5 g de PVC en polvo mientras agitas.
3. A los diez minutos la disolución debería volverse más viscosa. Separa el vaso de precipitados de la placa.
4. Retirar el agitador magnético y añadir unos mililitros de la solución de PVC lo más finamente y bien repartido posible sobre el sustrato de vidrio (dentro o fuera del vaso de precipitados o en el portante o el vidrio de reloj). Para obtener una capa fina rotar el sustrato de vidrio cuidadosamente mientras la solución esta todavía caliente.
5. Dejar el sustrato y el PVC bajo la campana mientras el disolvente se evapora, tardará unos 15 minutos. La membrana de PVC puede entonces ser fácilmente retirada del sustrato de vidrio.

**2) Fabricando PVC con un plastificante**

Repite los pasos anteriores para fabricar cuatro membranas más de PVC, cada una con una cantidad diferente de plastificante añadido al solvente calentado (ver Tabla 4).

No muestra.	PVC (g)	Solvente (ml)	Dibutyl sebacate (ml)
1	1.5	20	0.5
2	1.5	20	1
3	1.5	20	2
4	1.5	20	3

Tabla 4: creando membranas de PVC con diferentes cantidades de plastificante

1. Compara tus cinco membranas de PVC. ¿Qué efecto tiene el plastificante sobre el plástico?
2. ¿Qué crees que le pasa al plástico cuando se le añade más plastificante?
3. Según las imágenes de abajo obtenidas mediante microscopio electrónico de barrido (SEM) ¿has dado la respuesta correcta a la pregunta 2?
4. Estas membranas se pueden usar en las actividades anteriores ('Membranas con agujeros invisibles') para investigar el tamaño relativo de los 'agujeros'.

*PVC\_m001\_nr(unplasticised PVC), P05\_m001\_nr (PVC with 0.5ml plasticiser), P20\_m007\_nr\_a(PVC with 2ml plasticiser): SEM images of PVC: a) sin plastificante, b) con 0.5 ml de plastificante y c) con 2 ml de plastificante*  
 Imatge cortesia de Establish project

---

Material de soporte para:

Establish project (2011) Polímeros en medicina . *Science in School* 21.  
[www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish](http://www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish)

### 3) Fabricando PVC antibacteriano

La preparación de PVC conteniendo partículas de plata requiere que la membrana tenga grandes agujeros, por ello usamos un plastificante. La plata se añade en forma de nitrato de plata, el cual es reducido usando citrato de sodio.

1. Usando la placa y el agitador magnético calienta 20 ml de disolvente.
2. Añade 2.5 ml de plastificante y entonces añade 1.5 g de PVC en polvo lentamente.
3. Añade 2.5 ml de nitrato de plata 10mM y agita durante 1-2 minutos.
4. Divide la solución entre dos vasos de precipitados de 75 ml. Agita rápidamente el vaso de forma que el interior quede recubierto de la solución formando una membrana con la forma del vaso. Asegúrate de que no queden huecos ya que la membrana debe ser capaz de contener agua.
5. Deja los vasos baja la campana de humos para que se evapore el disolvente y extrae la membrana cuidadosamente. (Esto resulta difícil, así que haciendo dos aumentas tus posibilidades de éxito.)
6. Haz una disolución 5 mM de citrato de sodio y viértela con cuidado sobre una de las membranas con forma de vaso. Debe pasar a través de la membrana (sosténlo sobre el vaso de precipitados) reaccionando con el nitrato de plata y produciendo nano o micropartículas de plata.
7. Nota el cambio de color de la membrana.
8. Deja la membrana secar en la campana. Las imágenes SEM (a la derecha) muestran la presencia de plata elemental dispersadas sobre una membrana de PVC.

*Fe10122\_m05((PVC membrane with silver particles): Micro- y nano partículas en una membrana de PVC*

*Imatge cortesia de Establish project*

A continuación puedes investigar las propiedades antibacterianas de las membranas que has preparado.

1. Prepara una placa de agar con una colonia de bacterias: deposita unos 100  $\mu$ l de tu cultivo bacteriano sobre una placa Petri que contenga nutriente agar (por ej. *E. coli* en un caldo de cultivo) y usa un bucle de inoculación para repartirlo homogéneamente sobre la placa.
2. Coloca aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de tu membrana de PVC impregnada con plata sobre la placa.

Coloca alternativamente tres piezas de membrana de PVC de las cuales una no debe haber sido tratado con plata, de forma que puedas hacer una comparación.

3. Deja la placa incubando a 37° C durante la noche y después mide la zona de inhibición que aparece alrededor de cada membrana.

**Nota de seguridad:** al igual que en todos los estudios microbianos, se debe usar instrumentos esterilizados en todo momento (pueden ser esterilizados en autoclave o

---

Material de soporte para:

Establish project (2011) Polímeros en medicina . *Science in School* 21.  
[www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish](http://www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish)

quemados con alcohol). Incluyendo las tijeras que uses para cortar la membrana. Para prevenir contaminaciones cruzadas, lava el bucle de inoculación previamente con jabón antibacteriano.

Las propiedades antibacterianas de estas membranas las hacen útiles para tratar heridas y quemaduras, al igual que infecciones con bacterias como la *Stafilococcus aureus* (MRSA) resistente a la metilina y la *E. coli*.

1. ¿Por qué las membranas de PVC antibacterianas son particularmente útiles en el tratamiento de infecciones por MRSA?
2. ¿Qué otras aplicaciones puedes encontrar para las membranas de PVC antibacterianas?

---

Material de soporte para:

Establish project (2011) Polímeros en medicina . *Science in School* 21.  
[www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish](http://www.scienceinschool.org/2011/issue21/polymers/spanish)