

## Apósitos Bioactivos

M. Baisón, J. A. Carreter, V. Eguiluz, M. López

*E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain*

### INFORMACIÓN

#### *Información del Proyecto:*

Entrega anteproyecto 25 Febrero 2020

Entrega Proyecto 19 Mayo 2020

Disponible online 27 Mayo 2020

#### *Keywords:*

Hidrocoloide

Heridas

Cicatrización

### ABSTRACT

El artículo consistirá en las explicaciones de los procesos de selección de materiales y creación del compuesto, así como los ensayos y pruebas realizados sobre el mismo, que han sido corroborados con datos y tablas incluidas en este mismo informe, y cuyos resultados determinan sus propiedades y características macroscópicas y microestructurales del material.

© 2020 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

## 1. Introducción

La idea principal de nuestro trabajo es utilizar recursos que sean orgánicos para conformar un nuevo material que cumpla con funciones de otros ya existentes. Con esto queremos evitar la contaminación producida por la industria a la hora de crear estos materiales.

En este proyecto vamos a investigar el posible uso de estos elementos para la creación de un nuevo material biodegradable que ayude a la cicatrización de distintos tipos de úlceras y que, a su vez, ayude en la reducción de la contaminación, tal y como se establece en los ODS de la ONU para 2030. Este proyecto cumple con los objetivos de acción por el clima (13) y de producción y consumo responsable (12).

La producción del plástico utilizado para hacer apósitos (polietileno) es muy contaminante debido a la cantidad de combustible que se utiliza y la liberación de gases nocivos a la atmósfera, además de desperdiciar grandes cantidades de agua en dichos procesos. El polietileno puede tardar hasta 1000 años en degradarse completamente y en ese tiempo contamina mares y océanos a la vez que perjudica a las criaturas marinas que habitan en ellos.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materiales

Nuestra idea es crear unos apósitos hidrocoloides con base de agar, un polisacárido obtenido de la pared celular de una determinada especie de alga del género *Gelidium*. Químicamente formado por dos clases de polisacáridos: la agarpectina y la agarosa. Se utiliza comúnmente para hacer gelatina y como aglutinante, por lo que sirve para la formación de la matriz de nuestro experimento.

La necesidad de que el apósito se mantuviera adherido a la piel derivó en la utilización de carboximetilcelulosa o CMC, un éter derivado de la celulosa de gran adhesividad, utilizado, principalmente, en repostería espesante y emulsificante. Tiene una gran capacidad absorbente y en contacto con agua o exudado proporciona un pH ácido a la solución.

Para evitar la entrada de bacterias y su proliferación en la lesión, hemos añadido carbón activado que proporciona limpieza y protección contra posibles infecciones, pues gracias a sus propiedades absorbentes atrapa a las bacterias y las exudaciones de las heridas.

Y para aportarles utilidades extra decidimos añadirle distintas sustancias como:

- Ibuprofeno, un medicamento de uso comercial indicado para el alivio del dolor y la inflamación local que para uso tópico se recomienda en cantidades de 50mg/g.
- Aceite del árbol de té que en concentraciones de entre 1 % y 10 % tiene acción antimicrobiana, antiinflamatoria, desbridante y acelera la cicatrización.
- Aloe vera para hidratar, favorecer la curación, aliviar el dolor y la inflamación, además desbrida y absorbe exudado.



Fig. 1. Materiales.

### 2.2. Fabricación

Triturar los elementos sólidos del compuesto (ibuprofeno y carbón activo) para conseguir polvo y, seguidamente, mezclarlos con 200 ml de agua.

- El ibuprofeno de uso tópico se comercializa en concentraciones de 50 mg/g. Nosotros hemos usado 10 comprimidos de 600 mg cada uno, pues en nuestro compuesto funciona como aditivo y no queríamos añadir el máximo posible.
- De carbón activado íbamos a emplear, también, unas 10 cápsulas de 200 mg cada uno, pero al irlo incorporando a la mezcla nos dimos cuenta de que tras añadir 3 ya no se disolvía y se formaban posos.



Fig. 2. Trituración.

Por separado, se diluye medio sobre de agar en 4 cucharadas soperas de agua y se une al cóctel previo.



Fig. 3. Mezclado

Se lleva dicha mezcla a ebullición, sin dejar de remover, durante 2 minutos y se deja enfriar. Cuando la mezcla se encuentre a una temperatura que permita su manipulación sin riesgos, se cuela para evitar grupos en el compuesto.



Fig. 4. Colado

Seguidamente, se añaden 2 cucharadas de CMC, 40 ml de aloe vera, 2 ml de aceite de árbol del té y se remueve, se deja reposar y, al cabo de unos minutos, se vuelve a remover para conseguir una consistencia más gelificada.

Por último, se vierte sobre un recipiente plano para conseguir apósitos lisos y se mete en la nevera para lograr su transición vítrea. Cuando se solidifique, se corta con la forma de una tirita convencional y está listo para colocarse sobre heridas o quemaduras.

Siguiendo este procedimiento hemos obtenido unos 250 g de preparado con los que podemos hacer 50 apósitos aproximadamente, dependiendo, naturalmente, del tamaño deseado para estos.



Fig. 5. Solidificación.

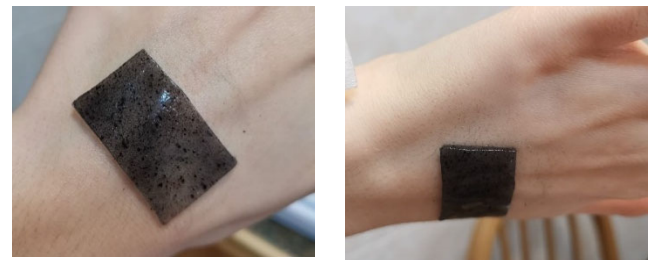


Fig. 6. Apósitos bioactivos

### 2.3. Métodos de ensayo

Para estudiar las propiedades del material se realizaron distintos tipos de ensayos mecánicos y químicos.

#### 2.3.1. Ensayo de tracción

Realizado para conocer diferentes propiedades mecánicas del material.

Consiste en hacer mediciones de las cargas aplicadas gradualmente hasta la rotura de la probeta y la deformación que le corresponde a cada una. Para su realización hemos sujetado a uno de los extremos de la probeta un clip para papeles y de este hemos colgado con una cuerda una botella en la que hemos introducido distintas cantidades de agua. Hemos ido apuntando los pesos a los que comenzaba la deformación y, por último, medido con una regla las longitudes finales de dicha probeta. Este proceso se ha llevado a cabo 3 veces con probetas de diferentes medidas.



Fig. 7. Probetas

Las ecuaciones empleadas para este ensayo son:

- Alargamiento a rotura:

$$A\% = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100 \quad (1)$$

- Resistencia a tracción:

$$R_m = \frac{F_{max}}{S_0} \quad (2)$$

$$F_{max} = masa \times 9,8 \quad (3)$$

Tabla 1. Datos para determinar las propiedades mecánicas

	$L_0$ (mm)	$L_f$ (mm)	$F_{max}$ (N)	$S_0$ (mm <sup>2</sup> )
PROBETA 1	4,9	5,05	0,0254	7,7
PROBETA 2	5	5,1	0,0311	18,9
PROBETA 3	5	5,15	0,0378	25,9



Fig. 8. Ensayo de tracción

### 2.3.2. Ensayos a diferentes temperaturas

Sirve para observar el comportamiento del material cuando es sometido a temperaturas que distan de las condiciones normales y, así, comprobar su eficacia en lugares con distintos climas.

Para su realización hemos introducido una probeta del material en la nevera, otra en el microondas y otra la hemos observado a temperatura ambiente. No hemos empleado temperaturas extremas ya que la finalidad no lo requería.

### 2.3.3. Ensayos de alcalinidad

Para observar la conducta del material en distintos medios y comprobar que tiene un potencial de hidrógeno óptimo para la aplicación en heridas (entre 7,15 y 8,9).

Para su realización hemos introducido, durante unas 24 horas, varias probetas del material en medios con distintos pH: zumo de limón (pH ácido de 2,3), etanol (pH neutro de 7) y amoniaco (pH alcalino de 11,6).



Fig. 9. Muestras en solución de zumo de limón (arriba), etanol (izquierda) y amoniaco (derecha)

Como no obtuvimos los resultados necesarios para poder determinar si el producto era adecuado para su fin, volvimos a hacerle el ensayo.

Esta vez, la muestra fue introducida en una mezcla de agua y jabón casero de un pH de 8.



Fig. 10. Muestra en pH óptimo para la cicatrización

## 3. Resultados

### 3.1. Ensayo de tracción

Al tratar con un polímero de cadena larga como es el agar y encontrarse en una temperatura mayor a la de transición vítrea, el material presenta un régimen elastomérico bajo las tensiones aplicadas por lo que, como hemos observado, presenta memoria de forma y al retirar la carga hay una recuperación muy rápida de la deformación. Además, tras rebasar el punto de fluencia los apósitos apenas sufren estricción y deformaciones plásticas significativas, sino que se rompen casi inmediatamente.

Tabla 2. Resultados del ensayo de tracción

	A%	$R_m$ (MPa)
PROBETA 1	3,0612	0,0254
PROBETA 2	2	0,0311
PROBETA 3	3	0,0378

También hemos podido comprobar que aplicándole cargas durante periodos más largos también aparece fluencia, aunque estas sean pequeñas.

### 3.2. Ensayos a diferentes temperaturas

En frío: Es cuando el agar y el CMC desarrollan sus propiedades funcionales, por lo que el material se comporta como hidrocoloide. Por debajo de los 0 °C, como el compuesto está formado por una gran cantidad de agua se puede llegar a congelar la capa externa que no esté en contacto con la piel.

A temperatura ambiente: El material se comporta como hidrocoloide y no se observa ningún cambio macroestructural.

Con calor: A partir de 43,5 °C el material comienza a fundirse. Al tratarse de un termoplástico cuando aumentamos la temperatura su viscosidad decrece y comienza a deformarse, pero es posible darle forma de nuevo enfriándolo, aunque en este caso, al ser un producto de fines curativos, recomendamos desecharlo y aplicar uno nuevo.



Fig. 11. Deformación por calor.

### 3.3. Ensayos de alcalinidad

En un pH ácido: No presenta cambios aparentes, pero al compararlo con una muestra original advertimos que ha debido producirse un cambio microestructural, ya que el compuesto ha perdido elasticidad.

En un pH neutro: Hay una reducción significativa en forma y tamaño. El producto se ha vuelto más dúctil y maleable, además presenta un cambio en su coloración original.

En un pH básico: En apariencia no hay cambios visibles, pero al manipularlo comprobamos que ha perdido deformabilidad y ganado fragilidad, pues se rompe muy fácilmente.



Fig. 12. Resultados ensayo alcalinidad. Comenzando por la izquierda, medio ácido, neutro y alcalino

En un pH óptimo para la cicatrización de úlceras: El producto mantiene su apariencia y propiedades macroscópicas, suponemos, por tanto, que es el pH que nuestro compuesto tiene.



Fig. 13. Resultado 2º ensayo alcalinidad

## 4. Conclusiones

Nuestros apósitos bioactivos están fabricados a partir de componentes orgánicos en su totalidad y de manera respetuosa con el medio ambiente, sin desperdiciar materiales, ni generar desechos.

Los ensayos realizados en ellos demuestran que es un proyecto factible que posiblemente podría tener multitud de aplicaciones en úlceras de distintos tipos. Pero la imposibilidad de realizar pruebas a escala microestructural y biológica nos deja en la incertidumbre de si serán totalmente compatibles con tejidos vivos.

En el aspecto económico nos encontramos con un material muy rentable ya que para la obtención de 50 apósitos hemos invertido unos 15€ en total, pero empleando únicamente muy pequeñas cantidades de los productos adquiridos, por lo que con los mismos somos capaces de fabricar una cantidad inmensa de nuestro material. Lo que nos lleva a la conclusión de que realmente hemos tenido un gasto de alrededor de 3€.

## 5. Agradecimientos

Queremos aprovechar esta ocasión que se nos ha brindado para agradecer el trabajo realizado por el profesorado que nos empapó del conocimiento necesario para realizarlo, que a pesar de la situación que estamos viviendo ha conseguido seguir sumergiéndonos en esta asignatura. Así mismo, queríamos agradecer también el trabajo de los compañeros que conformamos el grupo, ya que gracias a ellos este trabajo ha sido una experiencia enriquecedora tanto a nivel educativo como personal. Por último, queríamos dedicarle este trabajo a las personas que nos han apoyado y motivado a seguir adelante en esta situación tan extraordinaria, nuestros familiares y amigos, que han seguido impulsándonos para que no decayera el ánimo y pudiésemos dar lo mejor de nosotros en este trabajo.

## 6. Bibliografía

- [1] Rosa María López Soto, DUE en Hospitalización a Domicilio del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid (Marzo 2001). Productos en el tratamiento de úlceras por presión (UPP) y otras heridas.
- [2] Farmacia Profesional, Vol. 20, Núm. 6 (Junio 2006), Elsevier. Apósitos.
- [3] Atención Especializada Del Instituto Catalán de la Salud. Temario Vol-1.
- [4] Hablemos Claro. Carboximetilcelulosa
- [5] Dr. Elena Conde MD, PHD, Dermatóloga (Noviembre 2015). El interés del pH en la cicatrización de las heridas.
- [6] Dr. Elena Conde MD, PHD, Dermatóloga (Enero 2016). Aceite de árbol de té y cicatrización: ¿Qué dicen los estudios?
- [7] Portal Sanitario de la Región de Murcia. Aloe vera para cicatrización de heridas.
- [8] Reciclajes Javi. Tiempos de degradación del cartón, el plástico y el vidrio.
- [9] Instituto de Dermocosmética. PH de la piel y los cosméticos.