

ARTÍCULOS ESPECIALIZADOS

## LOS ÉTERES DE CELULOSA

JOCelyn ALCÁNTARA GARCÍA

# LOS ÉTERES DE CELULOSA

La celulosa es el material principal de la madera, el papel y el algodón. Es un carbohidrato con unidades de glucosa, que tienen la fórmula empírica  $C_6H_{12}O_6$ , y se les puede asignar una estructura cíclica, algunas veces designada como la unidad beta-D-glucopiranososa o anhidroglucosa (AGU) (véase figura 1). Mediante una reacción de condensación<sup>1</sup> estas unidades dan lugar a una estructura como la de la figura 2.

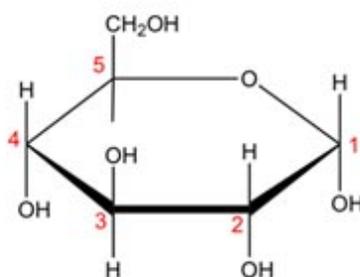


Figura 1. Estructura de la anhidroglucosa (AGU).

Los átomos de carbono están numerados en rojo de acuerdo a las indicaciones IUPAC<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dos moléculas se combinan para dar un único producto acompañado de la formación de una molécula de agua

<sup>2</sup> Unión internacional de química pura y aplicada (del inglés *International Union of Pure and Applied Chemistry*).

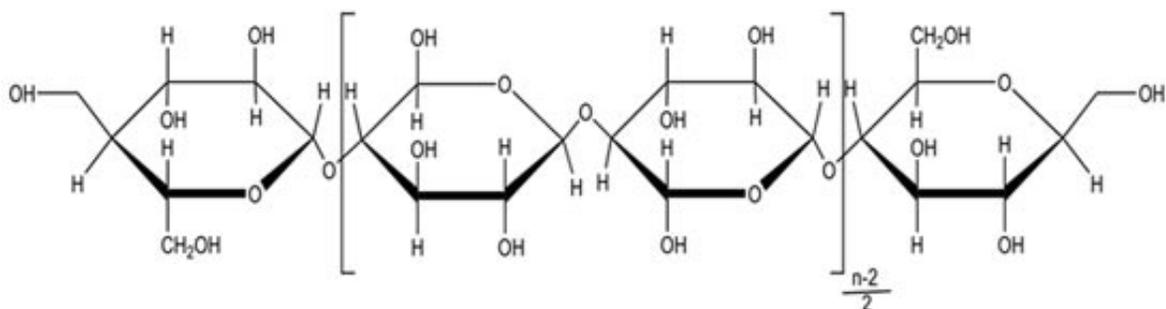


Figura 2. Estructura de la celulosa en donde  $n$  equivale al número de unidades de anhidroglucosa

Cuando la celulosa presenta una reacción de eterificación, los hidroxilos secundarios (carbonos 2 y 3 de la figura 1) se sustituyen por grupos éter. El número promedio de hidroxilos (sustituidos por unidad de anhidroglucosa) se le conoce como *grado de sustitución* (DS: *degree of substitution*)<sup>3</sup>. Conocer el DS es de suma importancia, ya que es determinante en la caracterización de los éteres de celulosa y es referente para el conocimiento de las propiedades de estos compuestos.

Los éteres de celulosa, en particular los que son solubles en agua, constituyen una clase de polímeros que ha atraído atención considerable en algunas aplicaciones de conservación. Por desgracia, únicamente se dispone de información limitada en lo concerniente a su estabilidad térmica y fotoquímica a largo plazo. Es más, puesto que hay muchas variedades de éteres de celulosa disponibles de manera comercial, recientemente han comenzado a surgir cuestionamientos sobre lo adecuados que serían para aplicaciones particulares.

En este sentido, hay algunos (aunque pocos) estudios detallados de envejecimiento acelerado de algunos éteres de celulosa. El estudio de Baker y colaboradores reveló, por ejemplo, que el papel tratado con carboximetil celulosa, Cellofas® B-3500 (CMC) disminuye de manera considerable su resistencia al doblado tras envejecimiento acelerado (90°C, 56%HR, 16 días), mientras que la metil celulosa (MC) no. Asimismo, se menciona un amarilleamiento de la CMC, aunque la acidez no varía.

<sup>3</sup> Indica cuantas unidades repetitivas hay en un polímero.

Cabe recordar que la factura de los éteres de celulosa produce como productos secundarios compuestos potencialmente dañinos (inclusive a corto plazo) para los bienes culturales. De manera general, el exceso de agente eterificante tiende a producir subproductos orgánicos, y regularmente los productos usados para conservación son sometidos a lavados subsecuentes hasta lograr la máxima pureza. Sin embargo, los fabricantes están obligados a informar en las etiquetas el análisis del producto. De ahí la importancia de leerlas. En la tabla 1 se muestran tres éteres de celulosa comúnmente usados en restauración, con sus productos secundarios y subproductos. Esta tabla obliga al responsable de la intervención a preguntarse si es o no conveniente el uso de estos productos.

Tabla 1. Agentes eterificantes, productos secundarios y subproductos de éteres de celulosa comúnmente usados en restauración.

Éter de celulosa	Agente eterificante	Producto secundario	Subproducto
Metil (MC)	Clorometano	NaCl	Metanol, dimetil éter
Etil (EC)	Cloroetano	NaCl	Etanol, dietil éter
Carboximetil	Acido cloroacético	NaCl	Ácido glicólico

Un error común es considerar a los éteres de celulosa como formas solubles en agua de la celulosa. Para empezar, esta última tiene ordinariamente un *grado de polimerización mayor* (DP: *degree of polymerization*): la celulosa tiene un DP de 2000 o más, mientras que los éteres de celulosa más comunes tienen un DP que va de los 500 a los 50. Como regla general, todos los derivados de éteres de celulosa tienen un menor DP que su precursor.

Otro aspecto muy importante que el conservador ha de considerar antes de proponer el uso de un éter de celulosa, es que en la preparación la celulosa pierde cristalinidad. Adicionalmente, se disminuye intencionalmente (mediante reacciones químicas) el DP para obtener derivados de celulosa con diversas viscosidades. En otras palabras, el proceso de *eterificación* “diluye” la celulosa con el grupo eterificante.

La información que los fabricantes de éteres de celulosa proveen es muy valiosa. El conservador debe distinguir entre *propiedades típicas y especificaciones*. Las propiedades típicas, tales como la viscosidad y el peso molecular son aspectos representativos de los

productos. En contraste, las especificaciones son propiedades que el fabricante garantiza, como contenido de ceniza, humedad y color.

Respecto al color de los polvos de éteres de celulosa, van del blanco al *blanquecino* o *blanco mate*. Un material incoloro siempre es deseable sobre uno colorido, para fines conservativos. Sin embargo, cuando se aplican los compuestos en concentraciones bajas (como las recomendadas en restauración), el color es raramente visible. Al respecto, es conveniente probar la estabilidad relativa del éter sobre un fragmento no visible del bien para evaluar el color de cualquier éter de celulosa inicialmente incoloro (haya o no estudios formales de ese producto).

Por último, y respecto al almacenaje de este tipo de productos, por lo regular poseen un contenido de humedad cercano al 8 por ciento. Al ser compuestos higroscópicos, será conveniente guardarlos en contenedores que sellen el vacío, a presión. En caso de que los éteres adquieran una apariencia distinta a la original (pastosa, por ejemplo), será sinónimo de un aumento considerable en su contenido de humedad. Esto los hace inapropiados para su uso en conservación y no se deberán emplear.

## BIBLIOGRAFÍA

- Feller, R. L., M. Wilt, *Evaluation of Cellulose Ethers for Conservation*, The Getty Conservation Institute (GCI), USA, 1993.
- Baker, C.A., Paris Congress, 2-8 September 1968, IIC Preprints, pp. 55-59.
- Niemela, K., E. Sjöström, *Carbohydrate Research* 180, 1988, pp. 45-52.