

HIDROCOLOIDES

Ana Siccha y Olga Lock de Ugaz *

INTRODUCCION

Los hidrocoloides o gomas tienen un amplio campo de aplicación en la industria alimentaria como estabilizantes, emulsionantes o espesantes. Aunque no contribuyen al aroma, sabor o poder nutritivo de los alimentos, pueden incidir en su aceptabilidad mejorando su textura o consistencia. Son también utilizados en la industria farmacéutica, papelera y textil, mejorando las propiedades de los diferentes productos elaborados. Otras propiedades apreciadas en los hidrocoloides son su acción coagulante, lubricante y formadora de películas, aun encontrándose a muy bajas concentraciones.

Ciertas gomas extraídas de semillas de leguminosas, como la goma guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) y la goma de garrofin (*Ceratonia siliqua*) han sido así utilizadas desde tiempos remotos y todavía hoy son importantes como aditivos alimentarios porque dan soluciones muy viscosas a bajas concentraciones, incluso cuando el pH es bajo; son también compatibles con otros hidrocoloides, como los carragenatos, el agar y la goma xantana, y son capaces de reducir la sinérisis de algunos productos lácteos.

En nuestro país la mayor parte de las gomas utilizadas son importadas, llegando a una cantidad bastante apreciable, a pesar de existir materias primas nacionales que podrían ser utilizadas para su elaboración.

* Sección Química PUCP

Es por ello que resulta interesante la búsqueda de otras gomas que puedan ser una solución alternativa. En este sentido, las investigaciones abarcan un amplio campo de estudio de obtención de gomas de origen microbiano, como la goma xantana, hasta la caracterización de productos naturales, como las gomas de especies de *Caesalpineia* y *Prosopis* y de cierto tipo de algas para producir, en este caso, alginatos y carrageninas.

Como parte de nuestras investigaciones en la obtención de tanino, ácido gálico y derivados [1, 2], y de gomas [3] de *Caesalpineia spinosa* "tara" y *Caesalpineia pai-pai* "charan", hemos efectuado una extensa revisión bibliográfica relativa a estos productos, la cual, al igual que la presente publicación sobre hidrocoloides, estamos difundiendo en forma resumida [4,5], con el fin de propiciar un aprovechamiento integral y racional de estas especies.

ESTRUCTURA Y COMPOSICION QUIMICA

Los hidrocoloides o gomas son polisacáridos de alto peso molecular, aniónicos o neutrales, asociados con cationes metálicos como calcio, potasio o magnesio.

Existe una relación estructural entre muchos de ellos:

- En la celulosa y sus derivados son unidades de glucosa en posición β unidas por enlace 1 \rightarrow 4.
- En el almidón las unidades de glucosa están en la posición α con enlace 1 \rightarrow 4 y algunos 1 \rightarrow 6.
- En el agar y la carragenina, extractos de algas, son cadenas de galactosa unidas en forma alternada, en posición α 1 \rightarrow 3 y β 1 \rightarrow 4.
- Los exudados de árboles tienen una estructura compleja de varios azúcares, por ejemplo, la goma karaya compuesta por galactosa, ramnosa y ácido galacturónico.
- Las gomas de algarrobo y guar (semillas de leguminosa) son galactomananos, conteniendo predominantemente manosa (60-80%) y galactosa (40-20%); el polisacárido constituye el 82-90%, conteniendo la goma,

además proteínas 2-5%, fibra bruta 1-2%, cenizas 0,5-0,8% y humedad del 10-12% [6], [7].

Los galactomananos industriales son solubles en agua, formando soluciones cinco veces más viscosas que la del almidón, debido a su estructura ramificada (Fig. 1).

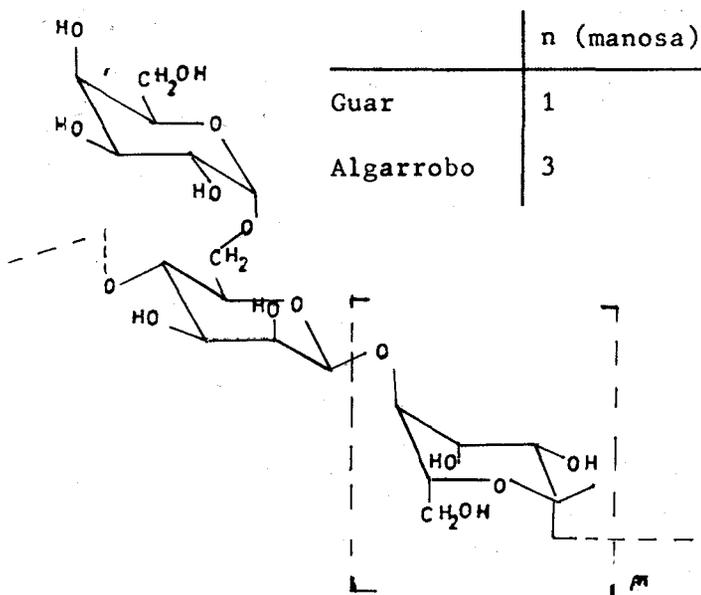


Fig. 1 Estructura de algunos galactomananos.

¿Cómo determinar las unidades de azúcares y su relación en una cadena polimérica?

Para determinar los azúcares y analizarlos cuantitativamente es necesaria la hidrólisis ácida previa del polisacárido en condiciones suficientemente suaves para no causar degradación. En la práctica, sin embargo, puede ocurrir la destrucción de algunos monosacáridos o la hidrólisis incompleta por la presencia de aniones resistentes. Por tal motivo es conveniente utilizar diferentes condiciones de hidrólisis para analizar los distintos componentes de un

polisacárido. Así, los cetósidos son más fáciles de hidrolizar que los aldósidos y el ácido siálico, en particular, se puede liberar en condiciones bastante moderadas, como por medio del calentamiento con ácido acético 2M (pH 2,5) a 80°C durante 3 a 5h [8].

Los polisacáridos de aldosas, por ejemplo los galactomananos, suelen hidrolizarse totalmente por calentamiento con ácido trifluoroacético 2M a 120°C durante 2 a 4h o con H₂SO₄ 2M a 100°C por 4h. La neutralización del hidrolizado se realiza con BaSO₄ ó N-N diacetilmetilamina al 20% en CHCl₃.

Los monosacáridos así obtenidos, se pueden analizar por cromatografía de papel o convenientemente derivatizados, por cromatografía gas-líquido como acetatos de aldonitrilos o acetatos de alditoles [9], etc. Estos métodos no permiten diferenciar los enantiómeros de un monosacárido.

Como acetato de alditoles el monosacárido es reducido con NaBH₄ por 3h, para luego acetilarlo con una mezcla 1:1(v/v) de anhídrido acético y piridina por 3h a 100°C y luego es inyectado directamente al cromatógrafo de gases.

¿Cómo determinar sus pesos moleculares?

Los métodos más comunes para la determinación de peso molecular medio de macromoléculas son: crioscopia y ebullicoscopia, osmometría, viscosimetría, doble refracción, velocidad y equilibrio de sedimentación en la ultracentrífuga [10].

El método viscosimétrico es el más empleado por su exactitud y sencillez. Puede aplicarse prácticamente en toda la zona de pesos moleculares de polímeros, excepto en el caso de moléculas esféricas como las proteínas globulares, o muy ramificadas como el glicógeno, pues en ellas el comportamiento viscoso es independiente del peso molecular. En este método se hace uso de la viscosidad intrínseca ($[\eta]$), que es un parámetro empleado para comparar las viscosidades de soluciones diluídas, en las cuales las interacciones entre las moléculas no contribuyen significativamente a la viscosidad; en estas soluciones diluídas está definida como:

$$[\eta]_{c \rightarrow 0} = \frac{1}{c} \left(\frac{\eta - \eta_s}{\eta_s} \right) \quad (1)$$

El valor de η se obtiene efectuando las mediciones en una serie de concentraciones (c) donde $[\eta]$ se calcula extrapolando la ecuación (1) a la concentración cero.

Una relación empírica, ecuación (2), es la de KUHN-MARK-HOU-WINK, donde la viscosidad intrínseca permite calcular el peso molecular (\bar{M}_w).

$$K(\bar{M}_w)^a = [\eta] = 7,76 \times 10^{-4} (\bar{M}_w)^{0,98} \quad (2)$$

donde:

...K, a, son constantes para cada polímero y disolvente.

Por lo tanto, la viscosidad intrínseca dependerá del tamaño y forma de las moléculas. En la Tabla 1 se reporta la viscosidad intrínseca y pesos moleculares (\bar{M}_w) para varios hidrocoloides.

Tabla 1 Viscosidad intrínseca reportada en algunas gomas. [11][12]

Polisacárido	$[\eta]$ mLg ⁻¹	Peso molecular
Amilopectina	127	90 000 000
Amilosa	81	488 000
Goma guar	675	850 000
Goma arábica	12.5	320 000
Goma Locust beam	1000	1 200 000
Goma xantana	5000-7000	—
Aliginato de sodio	225	112 000

En galactomananos la forma de ramificación y la cantidad de galactosa (G) y manosa (M) no son las mismas; por ejemplo: en la goma guar y algarrobo es 1/2 (G/M) y 1/4 respectivamente; asimismo sus viscosidades disminuyen en el mismo orden. En tal sentido, la viscosidad intrínseca estará en función de su tamaño y de la relación G/M, es por ello que en estos casos la ecuación (2) es modificada a:

$$[\eta] = 11,55 \times 10^{-5} [(1-x) \bar{M}_w]^{0,98}$$

donde:

$$x = \frac{G}{G + M}$$

REOLOGIA EN HIDROCOLOIDES

El estudio reológico es importante en hidrocoloides —esto es realizado en soluciones al 1%— porque su comportamiento reológico está relacionado con sus propiedades organolépticas.

La propiedad reológica básica que caracteriza y distingue a los diferentes tipos de fluidos es la viscosidad y también está relacionada con la propiedad organoléptica denominada “SLIMINESS” (textura o sensación en la boca) la que se clasifica en tres categorías “slimy”, “slightly slimy”, y “nonslimy” (Fig. 2). Otras propiedades relacionadas con la viscosidad son la plasticidad, suavidad, pegajosidad, tamaño de partícula, densidad y temperatura [11][12].

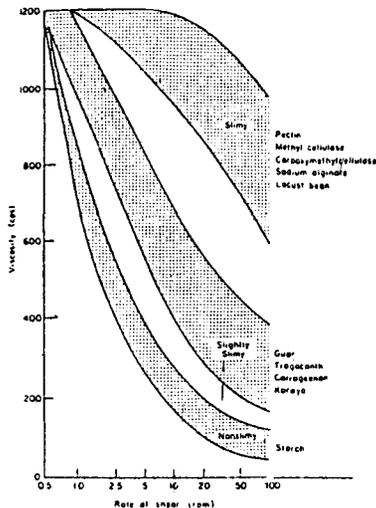


Fig. 2 Relación del comportamiento reológico de los hidrocoloides con las propiedades organolépticas.

Todas las soluciones de gomas comunes y productos alimenticios líquidos pueden agruparse en dos sistemas: Ideal o Newtoniano, y No-Newtoniano.

En el sistema ideal o Newtoniano, la viscosidad es independiente del gradiente de velocidad, y no-Newtoniano, es dependiente del gradiente de velocidad. Este sistema puede ser además independientes del tiempo y en este caso se clasifican como, plásticos de Bingham, pseudoplástico, dilatante; y dependientes del tiempo, siendo en este caso clasificado como tixotrópicos y reopéticos.

Dentro de esta clasificación general las gomas presentan un comportamiento de fluido pseudoplástico y de algunas se dice que son dilatantes, lo que se muestra en la Fig. 3

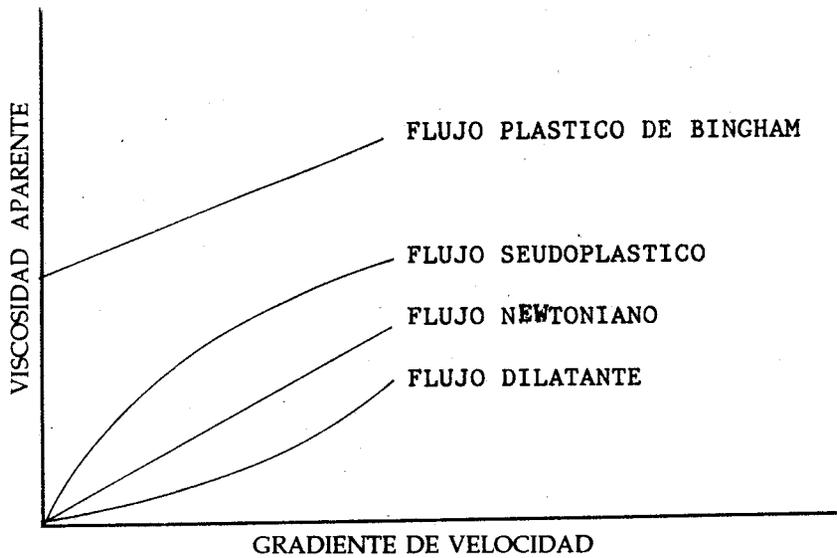


Fig. 3 Viscosidad aparente vs. gradiente de velocidad [14].

USOS DE HIDROCOLOIDES

El empleo de gomas se halla principalmente difundido en la industria alimentaria interviniendo en la elaboración de la mayoría de los productos alimenticios.

Algunas gomas son utilizadas como fijadores de aromas, agente de hinchamiento de carnes procesadas, así como para emulsionar aceites esenciales y saborizantes en la fabricación de bebidas gaseosas [15][16].

Otras aplicaciones se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 Propiedades funcionales de los hidrocoloides [17]

FUNCION	APLICACIONES	GOMA
Adhesiva	Helado, glacés	Agar
Inhibidor de cristales	Helados, alimentos congelados	C.M.C.
Agente clarificante	Cerveza, vino	Goma arábica
Fibra dietética	Cereales, pan	Goma arábica
Emulsificantes	Salsa para ensaladas	Propilenglicol, alginatos
Agente encapsulante	Sabores en polvo	Goma arábica
Estabilizador	Cerveza, mayonesa, helados	C.M.C.
Agente de suspensión	Leche chocolatada	Carragenato
Agente de espesamiento	Mermeladas, salsas, compota	Goma guar
Agente de batido	Marshmellow	Metil-celulosa
Inhibidor de sinérisis	Quesos, alimentos congelados	Furcellaran

BIBLIOGRAFIA

1. Unten, L. 1990, Extracción de taninos de la tara, su hidrólisis a ácido gálico y síntesis de galatos, Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias con mención en Química, PUCP., Lima-Perú.
2. Unten, L. 1991, Síntesis de derivados de ácido gálico, Tesis para optar el título de Licenciado en Ciencias con mención en Química, PUCP., Lima-Perú.
3. Siccha, A., Estudio comparativo sobre hidrocoloides y contenido tánico en tres caesalpineas peruanas charan, tara y uña de gato, Tesis para optar el grado de Magister en Química, PUCP., 1992. En preparación.
4. Lock de Ugaz, O., Unten, L., 1991, Taninos de tara: su Acido Gálico y Esteres, Rev. *El Ingeniero Químico*, 5, 17-21.
5. Alvarez, C., Lock de Ugaz, O., 1992, Taninos, *Revista de Química PUCP*, 6: 1, 47-63.
6. Furia, T., 1981, **Handbook of Food Additives**, 2a. edición C.R.C., Press Florida, E.U.A.
7. Whistler, R., Bemiller, J., 1973, **Industrial Gums**, 2a. Edición, Academic Press, New York, E.U.A.
8. Churms, D., Shirley, 1987, **CRC Handbook of Chromatography Carbohydrates**.
9. Valki, A., Díaz, S., 1984, *Analytical Biochemical*, 137, 236.
10. Chiralt B., A., Serrano B., C., Tarrazo M., T., 1985, Prácticas de Físico Química de los Alimentos, Valencia, España.
11. Doublier, J., Lournay, B., 1981, Rheology of Galactomannan Solutions Comparative Study of Guar Gum and Locust Bean Gum, *Journal of Texture Studies*, 12, 151-172.
12. Vásquez, M., Carbonell, E., Costell, E., 1988, Comportamiento Reológico de Soluciones Acuósas de la Goma del Algarrobo (*Prosopis chi-*

lensis) Comparación con el de las Gomas Guar y Garrofin, *Rev. Agroquímica Tecnología Alimentaria*, 28: 2, 251-257.

13. Graham, H., 1977, **Food Colloids**, The Avi Company, I.N.C., U.S.A.
14. Muller, H., 1973, **Introducción a la Reología de los Alimentos**, U.S.A.
15. Buchner, H., 1985, **Elaboración de Helados**, Academic Press, U.S.A.
16. Coultate T., R., 1984, **Alimentos: Química de sus Componentes**, Academic Press, U.S.A.
17. Gliscksmán, M., 1986, **Foods Hydrocolloids**, CRC Press, U.S.A.