

OBRADOIRO

XEL FLUIDO DE AGAR AGAR.

Química na nova cociña

Manuel R. Bermejo,¹ M. Isabel Fernández-García,¹
Beatriz Fernández,² M. Inés García-Seijo,³ Esther Gómez-
Fórneas,¹ Ana M. González-Noya,¹ Marcelino Maneiro,¹
Rosa Pedrido,¹ María J. Romero,¹ Laura Rodríguez-Silva¹

¹*Departamento de Química Inorgánica,
Universidade de Santiago de Compostela*

²*IES Anxel Fole, Lugo*

³*CPI Luís Díaz Moreno, Baralla*

1. INTRODUCCIÓN

Un xel está composto por dúas fases, unha sólida que lle imparte a estrutura e o soporte, a outra fase é líquida e queda atrapada na rede tridimensional. A maioría dos xeles que nos interesan en gastronomía e alimentación están constituídos por unha rede tridimensional dun ou varios polímeros (moléculas de gran tamaño constituídas por moitas subunidades: polisacáridos como os alxinatos ou a goma xelano, ou proteínas, como a xelatina ou a ovoalbúmina do ovo). É dicir, que se asemellan a unha tea de araña, pero estendida nas tres dimensións, formando un volume en vez de permanecer no plano. Se o armazón, é suficientemente consistente, retén o líquido, dando globalmente á sustancia características dun sólido.

A razón da ampla utilización dos hidrocoloides na industria alimentaría é a súa capacidade para modificar a reoloxía dos sistemas alimentarios. Isto inclúe dúas propiedades básicas dos alimentos, o comportamento de fluxo (viscosidade) e as súas características sólidas (textura). Isto permítenos modificar a textura do líquido. O falso caviar de *agar-agar* é unha aplicación dos hidrocoloides na cociña molecular¹, que consiste en moldear unha xelatina termoirreversible dentro dun líquido inmiscible, imitando ovas de peixe.

O *agar-agar* é un polisacárido obtido da parede celular de varias especies de algas dos xéneros *Gelidium*, *Euchema* e *Gracilaria*, entre outros². Esta xelatina foi utilizada desde tempos antigos nos países de Extremo Oriente (China, Xapón, Corea, etc.) e foi levada a Europa cara á metade do século XIX.

É unha mestura complexa de polisacáridos composta por dúas fraccións principais: a agarosa, un polímero neutro, e a agarpectina, un polímero con carga sulfatado. A proporción destes dous polímeros varía de acordo coa especie da alga, e na agarosa representa, normalmente, polo menos dous terzos do agar-agar natural.

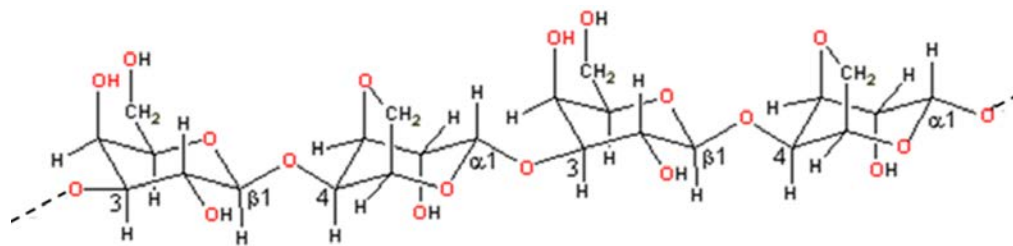


Figura 1. Polímero de agarosa

O polímero de agarosa está formado por grupos altamente hidrófobos mentres que a presenza de grupos sulfato e piruvato de natureza polar fan que o polímero de agarpectina teña un comportamento hidrófilo. Esta dobre característica axudará a explicar a formación do xel de agar.

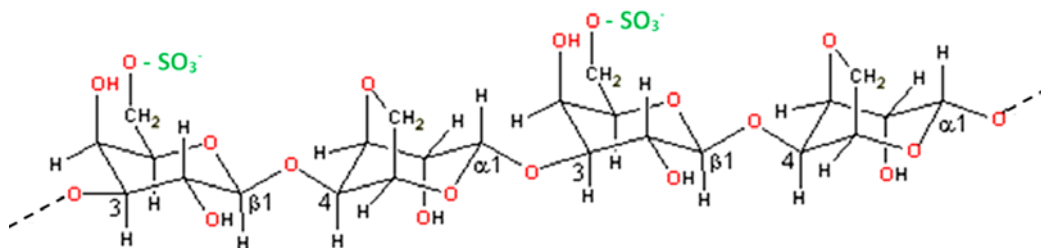


Figura 2 Polímero de agarpectina

1.1 Xelificación con agar agar

Ao quecer a disolución entre 35 °C e 40 °C, aumenta a interacción molecular, os grupos hidrófobos xiran cara o interior permitindo a interacción entre dous polímeros como se mostra na figura 3

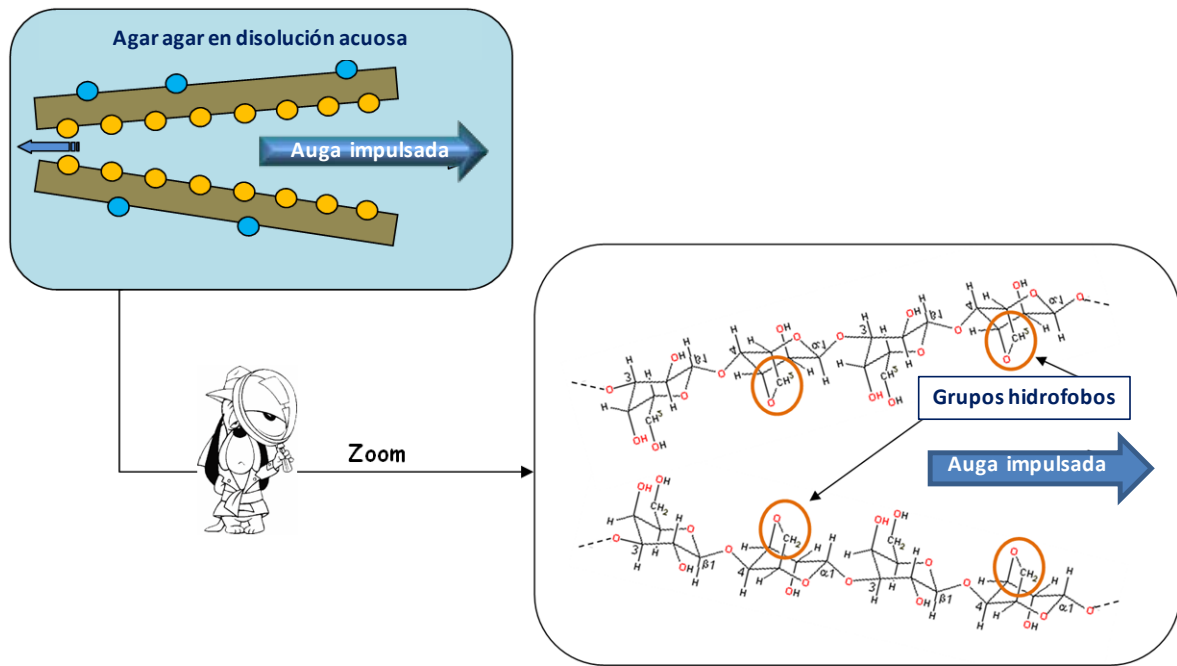


Figura 3 Interacción de dous polímeros de *agar agar*

A formación de enlaces de hidróxeno favorece que os polímeros se crucen adoptando una estrutura helicoidal conducindo á formación de fibras relativamente grosas que transformarán a disolución nun xel líquido.

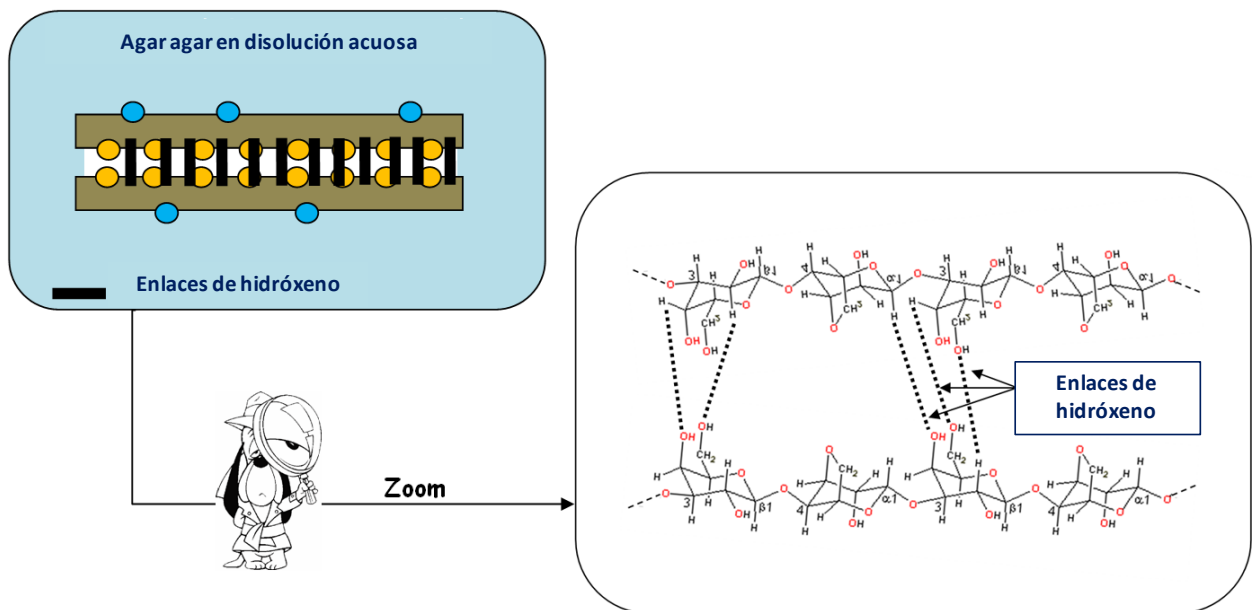


Figura 4 Formación da estrutura helicoidal

Na figura 5 móstrase a representación macroscópica de formación do xel líquido.

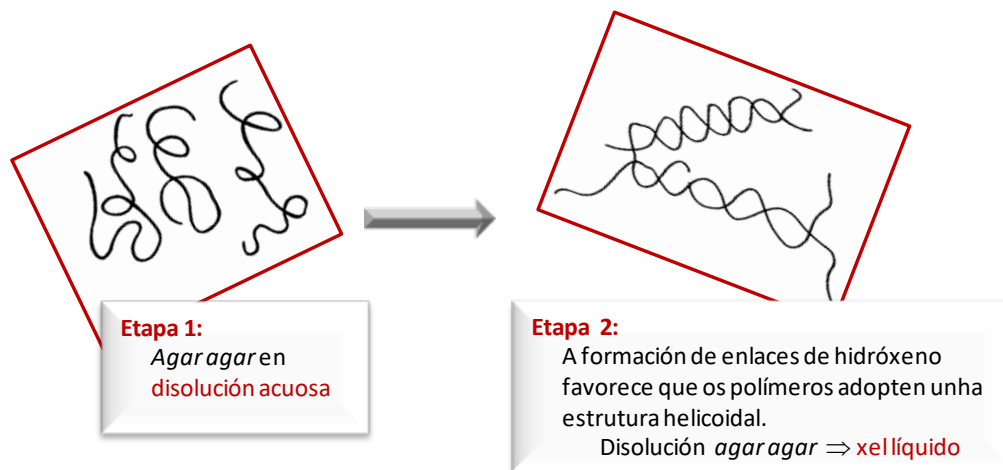


Figura 5 Formación do xel líquido

Ao arrefriar a disolución por debaixo de 40 °C, varias hélices únense para formar agregados de hélices con auga atrapada no interior. Esta interacción causa a formación do xel sólido.

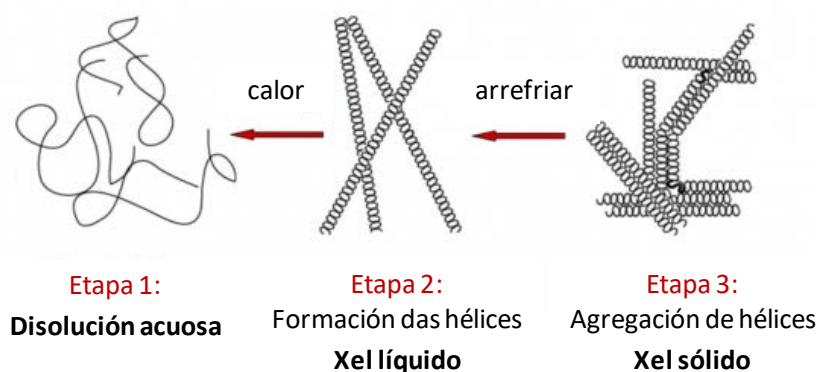


Figura 6 Representación simbólica da formación dun polímero de agar agar

Na Figura 7 represéntase a evolución da viscosidade dunha mestura de gránulos de agar en auga durante o proceso de disolución que ten lugar durante o quecemento e a xelificación que se produce ao pasar pola temperatura de xelificación durante o arrefriado³. Na devandita figura represéntase tamén o mecanismo de xelificación co arrefriado, observándose que a altas temperaturas as cadeas do polisacárido atópanse dispersas e, ao arrefriar, as cadeas vanse unindo entre si mediante enlaces de hidróxeno formando dobres hélices que, á súa vez, vanse entrelazando ao seguir diminuindo a temperatura dando lugar a unha estrutura tridimensional⁴.

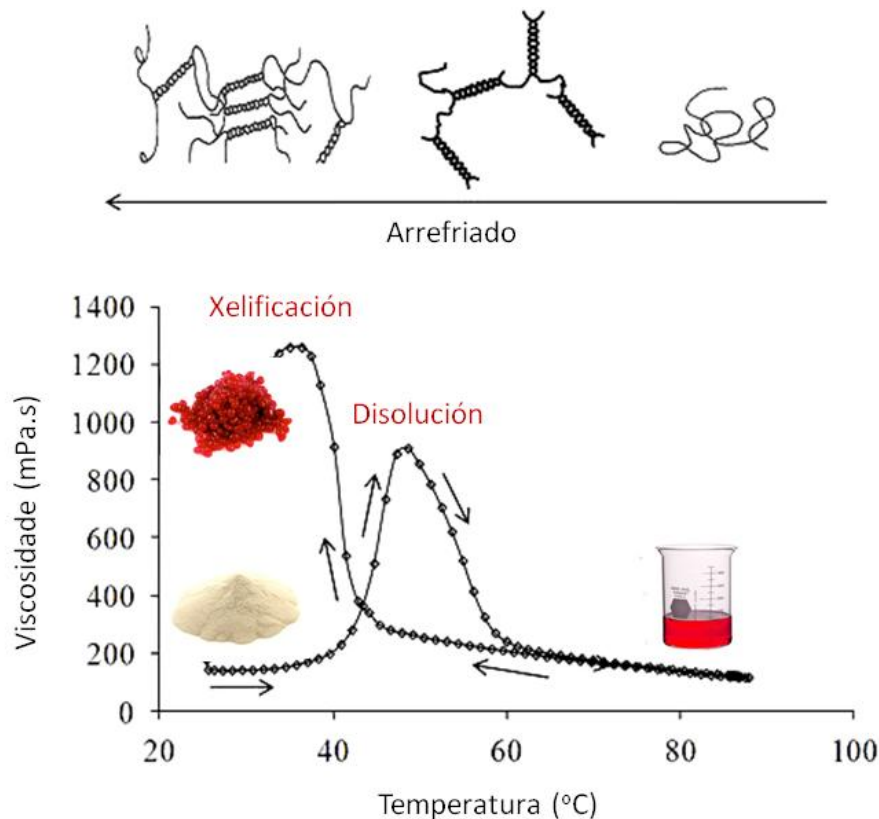


Figura 8. Ciclo de disolución e xelificación dun agar-agar e representación esquemática da formación do xel ao arrefriar

A propiedade de xelificación do agar-agar é debida aos tres átomos de hidróxeno ecuatoriais nos residuos de 3,6-anhidro-L-galactosa, que limitan a molécula para formar unha hélice. A interacción das hélices causa a formación do xel.

Por este motivo ao quentar unha disolución de agar-agar en auga e posterior arrefriado vólvese xelatinosa.

1.2 Usos do agar-agar

A carga neutra e o baixo grao de complexidade química da agarosa fan pouco probable que interaccione con biomoléculas, como proteínas e ácidos nucleicos polo que o seu uso principal é como medio de cultivo en microbioloxía; ademais nos últimos anos emprégase con éxito na obtención de biomateriales e na fabricación de ánodos para pilas de combustible sólido.

Na industria alimentaria úsase como espesante para sopas, xelatinas vexetais, xeados, e como axente aclarador da cervexa. Culinarimente, o *agar-agar* é importante porque é

mantén a súa poder xelificante en morno e mesmo en quente, o que non sucede con outras xelatinas que operan tan só cando se arrefrían moito. Así a súa utilización é moito mais versátil e aplicable a preparacións quentes, ademáis os ácidos, doces e alcois non impiden o seu proceso de xelificación.

Neste congreso de ENCIGA imos propoñer a realización dunha práctica moi sinxela e que serve para dar a coñecer ó alumnado a técnica de formación de polímeros, a partir de novos procesos culinarios, que implican reaccións químicas de formación dun xel que permite estudar o grado de agregación da materia, que xa viñemos traballando en anteriores congresos^{5,6}.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Caviar de vinagre

- Collemos unha probeta de 100 mL e enchémola de aceite de xirasol. A altura é fundamental, porque a esfera irase solidificando a medida que baixe polo líquido, ata que, ao tocar o fondo, xa estea lista.
- O aceite arrefríase durante 30 min na neveira. Ao arrefriar o aceite, aumentamos a súa densidade, isto fai que, cando tiramos as boliñas de líquido quente dentro, se arrefrían rapidamente e ademais a maior densidade do aceite fará que caian con máis lentitude ao fondo, permitindo que calle a esfera durante o descenso.
- Vertemos 150 ml do líquido elixido (zumes, licores, vinagre, etc) nun cazo, engadimos o 1,5 g de *agar agar*, removemos ben e poñemos a quentar ata que rompa a ferver durante 2 minutos. Apagamos e reservamos.
- Tomamos unha pipeta, cargamos do líquido resultante e imos soltando pinga a pinga sobre un recipiente co aceite de xirasol (previamente arrefriado na neveira).

2.1 Espaghetti de agar-agar

- Sobre 150 mL do líquido elixido (zumes, licores, vinagre, etc) agregamos 2 g do po de agar-agar. Mesturamos en frío para disolver o xelificante e logo levamos a ebulición durante 2 minutos.
- Deixamos estabilizar a temperatura un minuto e procedemos a encher todos os tubos de pvc antes de que se arrefría o líquido.
- Poñemos os tubos de pvc coas puntas pechadas nun recipiente con auga e xeo, e esperamos a que se arrefría. Cando baixe a temperatura a 35°C comezará a xelificar, e aos 25°C xa se podería desmoldar.
- Para desmoldar o xel, débese encher a xiringa con aire, enchufar novamente, e presionar para desmoldar o spaghetti:

Material

- 4 Vasos de precipitados 250 mL
- Xiringa de 60mL sen agulla
- Probeta 100 mL
- Tubos de pvc (0,5 cm diámetro)

Reactivos

- Redución vinagre módena
- Pasta de tomate
- Zume de froita

3. BIBLIOGRAFÍA:

1. Borgogna, M.; Bellich, B.; Zorzin, L.; Lapasin, R. and Cesàro, A, Food microencapsulation of bioactive compounds: rheological and thermal characterisation of non-conventional gelling system. Food Chemistry. 122(2):416-423, 2010.
2. J. Amich-Galí, "Los elementos científicos de la gastronomía". Barcelona: Ediciones Científico-Promocionales EOPRO, 2006.

3. Nieto M I, Santacruz I, Moreno R, *Rev. Latin Am. Metal. Mat.* **34** (1): 2-27, 2014
4. Armisen R, "Ficocoloides. Polisacáridos de algas marinas", R. Armisen Arbos, ed., Madrid, España, 2000.
5. Bermejo Patiño, Manuel R.; Fernández García, M^a Isabel; Fernández Fernández, Beatriz; García Seijo, M^a Inés; Gómez Fórneas, Esther; González Noya, Ana M. ; Maneiro, Marcelino; Pedrido, Rosa, Rodríguez-Silva, Laura. XXVII Congreso de ENCIGA, 73-74, 2014
6. Bermejo Patiño, Manuel R.; Fernández García, M^a Isabel; Gómez Fórneas, Esther; González Noya, Ana M.; Maneiro, Marcelino; Pedrido, Rosa, Rodríguez-Silva, Laura; Fernández Fernández, Beatriz; García Seijo, M^a Inés. XXVIII Congreso de ENCIGA, 65-66, 2015