

## LOS BIOTENSOACTIVOS COMO REGULADORES DE LOS HIDRATOS DE GAS

Leonardo Axayacatl Santiago-Becerra<sup>1</sup> y Octavio Elizalde-Solis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE*

\*[lsantiagob1500@alumno.ipn.mx](mailto:lsantiagob1500@alumno.ipn.mx)

### Resumen

Durante esta investigación bibliográfica se llevó a cabo una recopilación sobre la formación de los hidratos de gas y su relación con los biotensoactivos. Los hidratos de gas (sólidos cristalinos) actúan como jaulas donde existen moléculas de agua y de gas que se producen cuando hay presiones altas y temperaturas bajas. Por ello, lugares como los glaciares u océanos han sido tema de interés para la exploración de los hidratos de gas ya que poseen altas concentraciones de estos. El metano es uno de los gases que más se estudia en la formación de dichos sólidos ya que se puede extraer y utilizar como materia prima en otros procesos de la rama petroquímica. Los biotensoactivos son microorganismos que promueven la formación de los cristales produciendo sustancias que favorecen su cinética. Si bien, desde hace unos años se utilizan tensoactivos, estos suelen ser perjudiciales en los medios que se utilizan; por ello, se ha optado sustituirlos con tensoactivos biológicos, los cuales poseen propiedades que son favorables con el medio ambiente (biodegradables). Los usos más comunes para la formación de los hidratos de gas es el transporte y almacenamiento de gas natural, con el fin de controlar de mejor manera las variables que pudiesen afectar el producto. Sin embargo, una de las desventajas de los hidratos es que pueden producir obstrucciones en las tuberías de los

yacimientos durante la extracción de gas y crudo. La finalidad de este estudio es comprender las propiedades de los hidratos de gas y comparar los biotensoactivos que se pueden utilizar.

**Palabras clave:** Metano, microorganismos, industria, petróleo.

## Introducción

Los hidratos de gas, conocidos desde mediados de 1960 en Rusia, se encuentran en abundancia en glaciares y el fondo oceánico, donde hay presiones altas (2090-2940 psi) y temperaturas bajas (entre 1-4 °C) (Alfaro, 2013). A nivel mundial, algunos lugares donde existen hidratos de gas son la costa este de EUA, en el Golfo de México, los márgenes este y oeste de Japón, la costa de América Central y la cuenca de Oregon, Perú (Amit *et al.*, 2014). Los hidratos de gas son sólidos cristalinos, se forman cuando una molécula de gas queda atrapada en una molécula de agua, debido a ello, se le designa a cada una el nombre de molécula huésped y molécula receptora, respectivamente. En estos sólidos principalmente se alojan gases ligeros como el metano, etano, propano, butano, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, entre otros. Las estructuras de los hidratos de gas se nombran en estructura I, II y H, las tres estructuras tienen unidades cristalinas repetidas en arreglos clatráticos enlazado por los puentes de hidrógeno de agua. (Yousef *et al.*, 2013). El gas que se encuentra encapsulado en los hidratos de gas puede ser extraído vía despresurización, inyección de inhibidores químicos y extracción vía CO<sub>2</sub> (Amit *et al.*, 2014). Por otra parte, los biotensoactivos son moléculas anfífilas (Amit *et al.*, 2014) formadas por compuestos biológicos que se utilizan como promotores cinéticos (tiempo de inducción y velocidad) para la formación de los hidratos de gas debido a las propiedades que poseen, como su estabilidad en condiciones extremas de temperatura, salinidad y pH; generalmente son solubles en agua y

son dosificados a bajas concentraciones. Se han estudiado dos tipos de microorganismos en el Golfo de México que son capaces de producir surfactina y ramnolípidos, los cuales son *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus subtilis* (Amit *et al.*, 2016). Comparado a los surfactantes sintéticos, los biosurfactantes presentan una concentración micelar crítica (CMC) más baja (Yousef *et al.*, 2013), son biodegradables y tienen una toxicidad mínima.

### **Objetivo**

Estudiar la formación de los hidratos de gas mediante la influencia de los biotensoactivos para conocer las propiedades que ayudan a promover la formación de los sólidos, de igual forma, comparar la cinética entre los microorganismos *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus subtilis*.

### **Metodología**

La investigación bibliográfica se llevó a cabo mediante la recopilación de tesis y artículos científicos publicados en revistas indexadas. Los criterios de búsqueda están basados en estudiar la interacción e influencia entre los biotensoactivos y la formación de los hidratos de gas.

Algunas de las bases de datos utilizadas son los repositorios de la UNAM e IPN, y revistas científicas de editoriales de prestigio en todo el mundo.

### **Resultados**

#### **Estructura de los hidratos de gas**

Las tres diferentes estructuras que presentan los hidratos de gas comparten la característica que la molécula de agua actúa como una jaula para las moléculas de los gases (Figura 1).

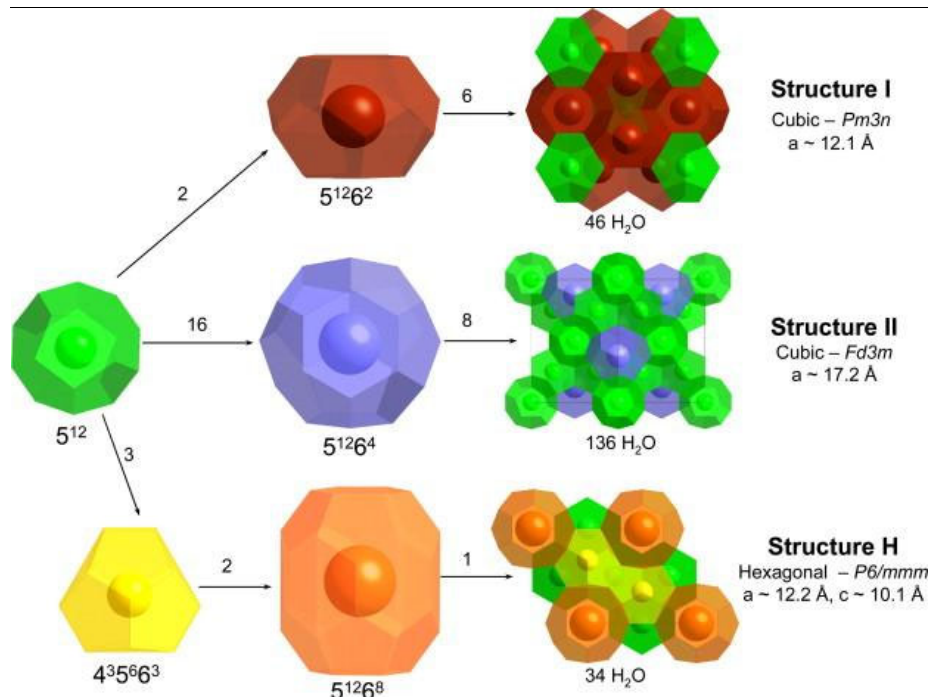


Figura 1. Estructura 1,2 y H de los hidratos de gas (Strobel et al., 2009).

## Los hidratos de gas y su relación con los biotensoactivos

La surfactina y los ramnolípidos son los encargados de influir en la cinética del proceso de transformación de agua en hidratos, tomando en cuenta la presión y la temperatura (Tabla 1).

**Tabla 1. Cinética en la formación de los hidratos de gas con diferentes concentraciones de biotensoactivos (Shreeraj *et al.*, 2017).**

	Concentración (ppm)	T (K)	P (MPa)	Conversión (%)
Surfactina	200	273.35	6.78	16.62 ± 0.23
	400	273.35	6.79	18.41 ± 0.98
	600	273.35	6.75	17.41 ± 0.55
	800	273.55	6.76	15.11 ± 0.12
	1000	273.15	6.76	14.06 ± 0.18
Ramnolípidos	200	273.35	6.78	18.40 ± 0.65
	400	273.35	6.76	17.99 ± 0.88
	600	273.35	6.80	16.75 ± 0.12
	800	273.45	6.78	16.40 ± 0.19
	1000	273.25	7.02	15.99 ± 0.20

## Discusión

Para promover la formación de hidratos de gas con biotensoactivos, se necesitan concentraciones de surfactina y ramnolípidos entre 200-1000 ppm (Shreeraj *et al.*, 2017), ya que al aumentar la misma, el proceso de conversión de agua a hidrato tiene menor porcentaje de formación. Aquí es donde el gas queda atrapado dentro de las cavidades del hidrato. Entre la surfactina y los ramnolípidos estos últimos poseen una mayor eficacia tomando en cuenta que están a la misma presión (6.78 MPa) y temperatura (273.35 K). Una de las características que se necesita controlar en los biotensoactivos es la tensión superficial, teniendo valores que disminuyen con la presencia de la surfactina de 70.11 a 31.45 mN/m, de la misma forma, los ramnolípidos disminuyen la tensión superficial de 72 a 19 mN/m.

## Conclusión

La formación y control de los hidratos de gas necesita considerarse a gran escala, debido a que los productos que se pueden obtener, así como las ventajas, son de relevancia en el sector del gas natural. En áreas de extracción se pueden considerar como un problema; sin embargo, al utilizar biotensoactivos favorece el manejo de los hidratos manteniendo un mínimo deterioro y repercusión en el cambio climático en contraste con los tensoactivos sintéticos. Durante los futuros procesos de transporte y almacenamiento de gas natural, es indispensable replantear el uso de hidratos de gas para generar menores gastos en el procesamiento.

## Referencias

- Alfaro, L.G.A. (2013). Influencia de los Hidratos de Gas en Operaciones de Exploración y Producción de Pozos en Aguas Profundas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería. UNAM. México. 162 pp.
- Amit, A., Swaranjit, S.C., Rajnish, K., Pushpendra K., Chandrajit, B. (2014). Effects of Biosurfactants on Gas Hydrates. *Journal of Petroleum & J Environmental Biotechnology*, 5: 170-177.
- Amit, A., Swaranjit, C., Rajnish, K., Chandrajit, B., Anil, S., Santhakumaria, B., Pushpendra, K., Sukumar. L. (2016). Biosurfactant as a Promoter of Methane Hydrate Formation: Thermodynamic and Kinetic Studies. *Scientific Report*, 6: 1-13.
- Shreeraj, J., Sakthipriyaa, N., Mukesh, D., Jitendra, S. (2017). Effect of biosurfactants produced by *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa* on the

formation kinetics of methane hydrates. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 43: 156-166.

Strobel, T., Keith, C., Carolyn, A., Amadeu, K., Dendy, S. (2009). Properties of the clathrates of hydrogen and developments in their applicability for hydrogen storage. *Chemical Physics Letters*, 478: 97-109.

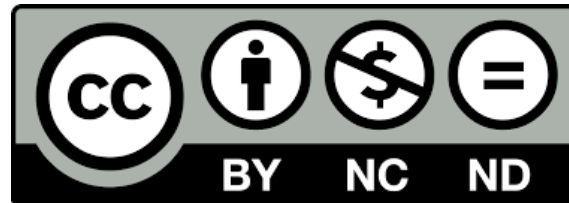
Yousef, S., Abdolreza, M., Mohammad, I., Eslamimanesh, A., Amir, M. (2013). Experimental study of hydrogen sulfide hydrate formation: Induction time in the presence and absence of kinetic inhibitor. *Journal of Energy Chemistry*, 22: 114-118.



D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



#### ENTIDAD EDITORA

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

#### FORMA SUGERIDA DE CITAR:

Santiago-Becerra, L. A., y Elizalde-Solis, O. (2021). Los biotensoactivos como reguladores de los hidratos de gas. *MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC)*, Año 4, No. 4, septiembre 2021 - agosto 2022. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

[https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2021/memcart2021\\_paper1.html](https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2021/memcart2021_paper1.html)