

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

Los microorganismos como tecnología emergente para la limpieza del petróleo

Karina Galache · Tuesday, November 27th, 2018

Categorías: [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

¿Quiénes son los microorganismos?

Más allá de lo que apreciamos con la mirada, todos los alrededores están repletos de pequeños seres imperceptibles. No estamos hablando, por supuesto, de hadas, troles o pitufos diminutos, sino de bacterias, microalgas y protozoarios esparcidos por el ambiente.

El descubrimiento de la existencia de los microorganismos ocurrió durante el Siglo XVII y a partir de entonces cambió radicalmente la visión de la humanidad sobre el mundo natural. Antonio Van Leeuwenhoek, holandés dedicado a la venta de telas, fabricó por primera vez un microscopio con el fin de observar la calidad de las costuras de sus productos. En su curiosidad expuso ante el microscopio toda clase de objetos, como agua de lluvia, agua de lagos, sangre, etcétera., y así descubrió el universo microbiano que nos rodea.

Los microbios están distribuidos en prácticamente todos los rincones del planeta y desempeñan una gran variedad de funciones esenciales en los ecosistemas. Una considerable mayoría de los microorganismos ha sido estudiada debido a que algunos suelen originar enfermedades en el hombre, como tuberculosis, cólera, gripa, etcétera. Sin embargo, los microbios juegan un papel más amplio en la naturaleza, la industria y la biotecnología. Por ejemplo, muchos microorganismos son de interés comercial debido a que son necesarios para la elaboración de distintos productos como quesos, yogurts, cervezas y vinos. Novedosamente, se ha descubierto que algunos microbios tienen la capacidad de producir fuentes de energía renovables de última generación, como el metano y el hidrógeno. También existen microorganismos con el potencial de degradar o consumir sustancias tóxicas que se liberan en el ambiente como resultado de las actividades humanas, incluyendo pesticidas, metales pesados y fertilizantes, entre otros. En este texto hablaremos sobre el uso de los microorganismos con fines de bioremediación, particularmente, sobre la investigación relacionada con la búsqueda de microbios capaces de alimentarse utilizando petróleo de forma natural.

La contaminación originada por el petróleo

La contaminación por petróleo es uno de los mayores problemas ambientales en la actualidad. Las regiones con operación petrolera son vulnerables a contaminación por petróleo por actividades de exploración, extracción, transporte y refinación del crudo. Resulta entonces de vital importancia realizar investigaciones científicas que busquen la solución o mitigación de la contaminación por petróleo en los ecosistemas.

En nuestro país, la principal región con actividad petrolera se encuentra dentro del Golfo de México. Esta cuenca posee más de 4 mil kilómetros de línea costera entre las penínsulas de Florida y Yucatán. El Golfo de México es una de las principales regiones del mundo donde se realizan estudios sobre la degradación de hidrocarburos debido a que históricamente se presentan derrames importantes de hidrocarburos de manera incidental. El accidente más importante y crítico en la historia reciente ocurrió en 2010 en el “Deepwater Horizon”, una plataforma petrolera compartida por Estados Unidos y México, en donde por negligencia humana, se derramaron en el mar aproximadamente 779 mil toneladas de crudo. Debido a los daños ecológicos y económicos que este tipo de accidentes origina para nuestro país, resulta imprescindible realizar investigaciones científicas sobre el impacto de los hidrocarburos en aguas y costas, así como buscar estrategias novedosas dirigidas a la limpieza de los hidrocarburos, en caso de otro derrame petrolero.



Fig. 1 Micrografía de una gota de petróleo (verde) colonizada por bacterias (rojo), utilizando microscopía CONFOCAL

Microorganismos degradadores de hidrocarburos

El petróleo es una mezcla compleja de diferentes compuestos llamados hidrocarburos. Existen hidrocarburos simples, denominados lineales por su estructura molecular, e hidrocarburos aromáticos, que forman moléculas cíclicas más sofisticadas. Una muestra de petróleo puede contener más de treinta diferentes tipos de hidrocarburos lineales y aromáticos. Es bien conocida la toxicidad de los compuestos del petróleo en el ecosistema y sus efectos negativos para la salud de seres vivos como plantas, peces, aves y humanos. No obstante, por increíble que parezca, se ha encontrado que algunos microorganismos son capaces de “comer petróleo”, es decir, pueden degradar e integrar los hidrocarburos en su metabolismo de forma natural. Curiosamente, los microorganismos degradadores de petróleo se encuentran esparcidos por todos los océanos, sin embargo, usualmente están en bajas proporciones en el ambiente. No obstante, cuando hay un derrame de crudo, se estimula su crecimiento, provocando florecimientos de microbiota que degusta el petróleo. Diversos estudios muestran que los derrames de petróleo en agua y suelos, además de afectar la vida macroscópica (mangles, aves, peces, tortugas etcétera), también cambian la estructura de las comunidades microbianas, debido a la selección natural resultante de la presión ejercida por el petróleo.

Algunos microorganismos son denominados “facultativos”, debido a que pueden cambiar su alimentación habitual por petróleo. También existen los microorganismos llamados “obligados”, que metabolizan estrictamente petróleo y sólo crecen utilizando los hidrocarburos como sustrato. Se reporta que existen distintos microorganismos capaces de degradar el petróleo, como las microalgas y los hongos, sin embargo, las bacterias son los microorganismos más estudiados capaces de comer el petróleo naturalmente.

A través de distintos estudios realizados en zonas contaminadas con petróleo, se reporta que las

bacterias poseen dos rutas metabólicas principales para la degradación de los hidrocarburos. En la primera ruta, las bacterias utilizan el oxígeno atmosférico para degradarlos. En la segunda, las bacterias trabajan en ausencia del oxígeno del aire y ligan la degradación de los hidrocarburos a otros elementos como el nitrógeno, hierro o azufre. En la actualidad, la investigación científica se dirige a la descripción y evaluación de la actividad de estas bacterias en los ecosistemas naturales para su subsecuente recuperación o aislamiento. Este conocimiento es útil para posteriormente realizar cultivos en el laboratorio y así, montar experimentos que hagan más eficiente la degradación de los hidrocarburos de forma natural.

Para la degradación de los hidrocarburos existen distintas estrategias que involucran el uso de bacterias. Una de ellas es llamada “bio-estimulación” y consiste en añadir nutrientes que ayuden a impulsar energéticamente a los microorganismos y así, lleven a cabo el proceso de la degradación del petróleo de forma más eficiente y en un menor tiempo. Otra estrategia es denominada “bioaumentación” y en ella, primero es necesario aislar un grupo de bacterias capaces de llevar a cabo la degradación del petróleo. Después se adiciona este consorcio microbiano al ambiente, con el fin de sustituir los microorganismos nativos por microorganismos especializados en la limpieza del petróleo. Ambas técnicas son ampliamente investigadas para remediar con mayor eficacia los ecosistemas dañados por derrames de petróleo.

Usos tecnológicos de las bacterias que comen petróleo

Novedosamente se ha encontrado que algunos microorganismos al mismo tiempo que degradan el petróleo, también generan productos secundarios de interés tecnológico. Un reciente descubrimiento reporta un grupo de bacterias llamadas *Pseudomonas*, con capacidad de producir material “bio-plástico” semejante al plástico convencional utilizado en vasos y envases, simultáneamente a la degradación de hidrocarburos. Este material es producido debido a que los microorganismos almacenan dentro de sus células el carbono que obtienen de la degradación de los compuestos del petróleo. El “bio-plástico” que producen estos microorganismos tiene la suficiente maleabilidad y resistencia para potencialmente ser utilizado comercialmente y así suplir el uso del plástico convencional, conocido por generar graves daños al ecosistema debido a su poca degradabilidad (recordemos que se calcula que una simple botella de plástico persistirá en el ambiente entre 100-1000 años). Desafortunadamente, la principal limitación consiste en que las cantidades industriales de plástico que demanda el consumo humano, aún no pueden ser abastecidas por este tipo de tecnologías hasta que no se impulse su investigación y desarrollo.

Otro caso interesante ocurre con un grupo de microorganismos llamado *archaeas metanogénicas*. Estos microbios producen metano naturalmente y también pueden degradar hidrocarburos. El metano que generan es un subproducto de la metabolización del petróleo. Lo sorprendente es que el metano producido puede ser utilizado como fuente de energía alterna, ya sea como fuente de calor o para generar electricidad.

En conclusión, los microorganismos son los seres más abundantes del planeta, debido a que en una sola gota de agua existen millones de estos seres, aunque no los podamos observar a simple vista. Sus capacidades metabólicas son muy variadas, por lo cual son excelentes modelo de estudio con potencial biotecnológico, aplicado a la industria, medicina y degradación de contaminantes. Para el caso de la contaminación por petróleo, se ha comprobado que es posible utilizar a los microorganismos como una tecnología para la limpieza del crudo. Además, debido a que el

petróleo es un compuesto rico en energía, cuando los microorganismos comen petróleo, éste puede ser “re-utilizado” en otros sub-productos, como plásticos y biogas. Futuras investigaciones son necesarias para que estas tecnologías estén disponibles a nuestro alcance y se puedan aplicar en la cotidianidad.



Fig. 2 Experimento de degradación de hidrocarburos a meso-escala (2500 litros), con agua marina proveniente del Golfo de México.

Santiago Cadena Rodríguez, José Quinatzin García Maldonado y María Leopoldina Aguirre Macedo

This entry was posted on Tuesday, November 27th, 2018 at 6:30 pm and is filed under [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.