

Buscar...



martes, 04 de octubre del 2022

Ciudad / Descontaminación

Las claves para entender el proceso de biorremediación que se quiere aplicar en el suelo contaminado de Las Salinas, en Viña del Mar

La investigadora española Beatriz Ortiz de la Torre y los científicos chilenos Roberto Orellana y Salvador Donghi responden las principales interrogantes sobre esta técnica de saneamiento. Además, explican la forma en que un equipo de expertos de tres universidades de la región de Valparaíso ha estado investigando desde 2015, con el propósito de determinar la forma más sostenible de eliminar los hidrocarburos acumulados en ese terreno viñamarino durante los 80 años de operaciones de empresa petroleras.

CLAUDIA MALDONADO CABALLERO 12 JUL 2022 A LAS 6:00 AM



Biopilas en el patio interno del Centro de Biotecnología (USM), año 2017 (Gentileza Roberto Orellana)

Corría el año 2017 y un camión cargado con tierra y arena extraída del terreno de Las Salinas de Viña del Mar intentaba ingresar al pequeño estacionamiento del Centro de Biotecnología de la Universidad Federico Santa María (USM), en el cerro Los Placeres de Valparaíso.

No fue fácil, pero finalmente se logró, según cuenta quien comandaba este desafío, el académico de la Universidad de Playa Ancha (UPLA) e investigador asociado de la USM, el doctor en Microbiología Roberto Orellana. “Tuve que llamar a todas las personas que tenían autos estacionados en el lugar -incluso a uno que estaba en Concón- para que los movieran como una especie de *tetris* para poder meter el camión. Me

TE PUEDE INTERESAR

Desigualdad vs. bienestar social, ¿Queremos un futuro juntos?

Cuadrilla Azul: el testimonio de dos beneficiarios del proyecto que apoya en reforestación con especies nativas

Fundación MERI lanza curso gratuito de empoderamiento en Acción Climática para jóvenes

SUSCRÍBETE A
NUESTRO BOLETÍN

✉ [CLICK AQUÍ](#)

salieron varias canas ese día”, cuenta

Orellana recordando toda la logística que

implicó el traslado de esa tierra desde el terreno de 16 hectáreas ubicado en la zona norte de la Ciudad Jardín, frente a la playa Los Marineros.

¿Para qué el esfuerzo? Con el objetivo de realizar con ese suelo la fase piloto de una investigación destinada a determinar la mejor forma de eliminar la contaminación por hidrocarburos acumulados en los 80 años (desde la segunda década del siglo 20 hasta principios del 21) durante los cuales funcionaron en Las Salinas las instalaciones petroleras de Copec, Shell, Esso y Sonacol.

Fue así como con la tierra trasladada en el camión se elaboraron cinco “biopilas” en el patio del Centro de Biotecnología de la USM, en el cerro, frente a la Caleta Portales. El nombre biopila está tomado de la palabra en inglés *biopile*, que podría traducirse como “biomontón”. Es decir, se trata de un montón de tierra donde se van a desarrollar procesos biológicos; en este caso, para efectuar un proceso de biorremediación, lo que en términos simples implica descontaminar ese suelo usando las bacterias propias del terreno y, eventualmente, algunas “invitadas” de otros sitios.

Las cinco biopilas instaladas en el recinto de la USM eran, cada una, de 0,5 metros cúbicos de suelo, es decir, 500 litros, con lo cual los montones quedaron de dos metros de largo, uno de ancho y 0,5 de alto. Como era suelo contaminado con hidrocarburos así como bajas concentraciones de metales pesados y agroquímicos, **las biopilas fueron colocadas “sobre una membrana para evitar que los percolados pasaran al suelo, y también fueron cubiertas con membranas, para impedir la volatilización”,** explica Orellana.

Una vez armadas las biopilas comenzó la etapa “semiindustrial” de la investigación que ya llevaba un par de años en laboratorio. **“Tuvimos una primera etapa de microcosmos,** con unidades de estudio más pequeñas donde hay más variables a medir; posteriormente pasamos a etapas semiindustriales, un nivel de mesocosmos a cielo abierto, con condiciones que no fueran hoteles 5 estrellas -que es lo que tenemos en el laboratorio-, sino que sean condiciones más cercanas a las que ocurren en el sitio donde se va a aplicar esto”, relata el doctor en Microbiología.

“Entonces, pudimos replicar aquellas aproximaciones que eran más promisorias de las detectadas en el ensayo de microcosmos; lo que habíamos hecho a nivel de un litro de suelo, lo pudimos hacer a nivel de 500 litros. Además, el experimento que habíamos hecho por 6 semanas

ahora lo hicimos en 6 meses, y **pudimos tener cinéticas de degradación que iban desde 20 mil partes por millón hasta llegar a las 3 mil partes por millón**".

"Algunos tratamientos fueron más lentos, otros un poco más rápidos, algunos con ciertas ventajas y otros con algunas desventajas", indica Orellana en relación a lo que se fue haciendo en cada una de las biopilas. En dos se usó bioestimulación con adición de compost, una aireada y otra sin airear; en otras dos se usó bioaumentación, una aireada y otra sin airear; y en la quinta denominada *landfarming* solo hubo una intervención menor, voltear la tierra y mantenerla húmeda.



Izquierda: microcosmos (500ml) anaerobios, 2015; centro: aislamiento de cepas microbianas desde biopilas (2017); derecha: perfil de biopilas. (Gentileza Roberto Orellana)

La bioestimulación consiste, básicamente, en incorporar nutrientes que estimulen un aumento considerable de las bacterias que ya están en el suelo. La bioaumentación es la adición de más bacterias, que pueden ser de las mismas (autóctonas) cultivadas en laboratorio, o traídas de otro lugar (alóctonas) y previamente estudiadas. En ambos casos, se procuran las condiciones óptimas para que las bacterias puedan potenciar su capacidad funcional de oxidar los hidrocarburos.

En el caso de las biopilas del mesocosmos creado para esta investigación, **la bioestimulación se realizó con compost**, "que tiene una serie de nutrientes, pero lo más importante es que tiene una comunidad microbiana que está adaptada para romper polímeros que son complejos de romper".

Mientras, **la bioaumentación se realizó con cinco tipos de cepas: una autóctona asilada del sitio y cuatro cepas previamente aisladas de la desembocadura del río Aconcagua y**

estudiadas en la USM.

“Aplicamos 25 litros de bacterias por biopila, lo que es una cantidad de medio bacteriano super alto”, dice Orellana.

En los seis meses que duró el proceso los investigadores realizaron un seguimiento permanente. “Empezamos a hacer un monitoreo de todas las condiciones para chequear la biodregadación. Lo primero son los contaminantes, también medimos humedad, temperatura, densidad microbiana - cuántas de estas bacterias estaban, cuántas crecían, cuántas no-. Hicimos estudios moleculares de seguimiento de estas comunidades; no es estudiar cómo crecen las bacterias, sino tomar muestras, extraer sus moléculas de ADN, secuenciarlas y analizarlas; es una especie de censo que nos permite saber qué grupos son importantes para qué etapas y ver cómo estos sistemas se van regulando”.



Sistema de crecimiento de cepas para ser inoculadas en biopilas, 2017 (Gentileza Roberto Orellana)

Consultado sobre algún tipo de inconveniente a causa de los hidrocarburos o de la manipulación de las bacterias, Orellana es tajante: “En absoluto”.

“Yo estaba a cargo del equipo, trabajando todos los días en esto. En el proceso de volteo se volatilizan pequeñas cantidades de hidrocarburo, sobre todo al comienzo, pero se trata de olores parecidos a los que hay en una bencinera (...) En cuanto a las bacterias, se trata de bacterias ambientales, que no ven al cuerpo humano como una oportunidad; es decir, no existe ninguna posibilidad de que sean patógenas para nosotros”, explica.

“Nuestra primera responsabilidad es con nosotros mismos como investigadores y con nuestro equipo”, agrega Orellana, quien realizó su tesis doctoral en Estados Unidos, en remediación de suelos contaminados con uranio, un elemento radiactivo.

El microbiólogo subraya que **detrás de este proyecto de biorremediación “hay decenas de personas, de estudiantes, postdoctorados, doctorados e investigadores que han estado trabajando duro para, primero, establecer cuáles son las aproximaciones donde se basan estos proyectos, y eso es, básicamente, generar evidencia científica”**. Al respecto, agrega que para enfrentar un proceso de biorremediación se debe conocer muy bien el suelo en el que se va a trabajar y “en este caso, estamos hablando de un pasivo ambiental crónico, que lleva 80 años de contaminación, algo muy distinto a un derrame de petróleo en el mar, por ejemplo, que es algo puntual”.

Todos los estudios realizados apuntan, en gran medida, a determinar “cuáles son los factores que limitan que este ambiente pueda volver a su condición original”. Sin esos análisis, dice, “sería como si un cirujano fuera a operar a un paciente sin tener el diagnóstico adecuado”.

Respecto al origen de esta investigación, Orellana cuenta que se remonta a 2015, cuando Las Salinas convocó a varios académicos de la Región de Valparaíso para crear un Comité de Expertos en Saneamiento, del cual Orellana es parte junto a otros cuatro expertos de diversas disciplinas. Este equipo motivó un “cambio de paradigma” destaca el doctor en Microbiología.



“En cuanto a las bacterias, se trata de bacterias ambientales, que no ven al cuerpo humano como una oportunidad; es decir, no existe ninguna posibilidad de que sean patógenas para nosotros (...) Nuestra primera responsabilidad es con nosotros mismos como investigadores y con nuestro equipo”.

Roberto Orellana, doctor en Microbiología, académico UPLA, integrante del Comité de Expertos en Saneamiento.

Especies bacterianas degradadoras de hidrocarburos

Con el mismo convencimiento de que la biorremediación en la forma más sustentable de descontaminar un suelo se manifiesta la ambientóloga española Beatriz Ortiz de la Torre.

Comenta que las primeras investigaciones sobre esta técnica surgieron hace varias décadas en Estados Unidos y Europa, “cuando los países se dieron cuenta de que con la industrialización se

les había pasado un poco la mano con la contaminación de los suelos y las aguas”.

“Las técnicas más tradicionales, como excavación selectiva de suelo contaminado y retiro a vertedero, o técnicas más agresivas para el suelo como la oxidación química, se utilizaban hacía mucho, pero la necesidad de integrar una remediación sostenible y de proteger la salud de los suelos vino a raíz de la Carta Europea del Suelo -en los 70,- cuando se empezó a ver el suelo como un recurso finito y no renovable”, relata Ortiz de la Torre, quien se desempeña como consultora y técnica de descontaminación y de remediación sostenible del Grupo IDOM (Consultoría, Ingeniería y Arquitectura).

De forma coloquial, la experta añade que “fue entonces cuando dijeron *cuidado, que este suelo que estamos retirando de las excavaciones, y todas las estructuras y procesos biológicos que nos estamos cargando con la oxidación química tienen una repercusión, porque nos estamos quedando sin suelo útil*”. Fue así como se empezaron a investigar técnicas poco invasivas y nacen las técnicas biológicas, que consisten, “básicamente, en aprovechar lo que tiene el medio natural a nuestro favor para descontaminar un daño que hemos causado nosotros”.

Respecto de la biorremediación, afirma que “**es una técnica que está probada**, es inocua, y se trata de un proceso rápido. El aumento de bacterias es exponencial cuando tienen las condiciones óptimas, luego se estabilizan y es cuando degradan los hidrocarburos pesados de cadena larga. **Una vez que esos hidrocarburos ya no están, las bacterias caen en picada; el periodo de latencia puede ser de 2 a 3 semanas.** Es la re-inoculación la que permite que las bacterias sigan degradando los hidrocarburos por unos años, pues el periodo de vida de una bacteria no es muy largo”, subraya la especialista de IDOM, entidad que está asesorando a Las Salinas en materia de biorremediación.

Cuando la ambientóloga española habla de las condiciones óptimas se refiere, por ejemplo, a lo que se realiza en la biopila, “donde la temperatura, nutrientes, humedad, oxigenación, etc., están controladas para que las bacterias estén en su medio óptimo de crecimiento y sean capaces de degradar a la mayor velocidad posible y al mayor rendimiento posible”.

Respecto al tipo de microorganismos usados, comenta que “hay bastantes especies bacterianas degradadoras de hidrocarburos. Las más conocidas por su capacidad degradadora son, por ejemplo, las pseudomonas. He trabajado con ellas, tanto a nivel autóctono de pseudomonas que me he encontrado de un emplazamiento contaminado, que las he retirado yo misma, como a nivel comercial”. Esto último quiere decir que se toma una muestra de un terreno contaminado y luego en el laboratorio “se desarrolla el consorcio bacteriano que está presente en ese suelo, se

observa cuál es la especie más definida que degrada ese contaminante y esa es la especie que luego comercializa. No es que las bacterias comerciales sean distintas de las autóctonas; pueden estar o no en el medio que se quiere degradar”.

En este punto explica que “es cierto que las pseudomonas tienen una variedad que afecta al ser humano, pero esa variedad nunca está relacionada con la que se aplica a los suelos contaminados”.

Consultada sobre la posibilidad de que esas bacterias desarrollen algún tipo de resistencia a los antibióticos, la ambientóloga explica **“las bacterias que están especificadas para degradar el hidrocarburo se suelen morir en cuanto el hidrocarburo se termina, entonces daría lo mismo la resistencia que adquieran al antibiótico. Además, se trata de bacterias que no son patógenas para el ser humano”**.

“Una de las condiciones fundamentales para introducir bacterias de biorremediación es que no sean patógenas humanas, que sean inocuas, que no generen esporulación, que no muten, que no tengan otra fuente de alimentación; son bacterias tremendamente específicas; y se hacen las pruebas -antibiograma- para determinar si generan resistencia a algunos antibióticos”.

“Hay que tener en consideración que son bacterias que ya están presentes en los suelos y nunca nos han afectado patogénicamente a los seres humanos. Su fuente principal de alimentación es el hidrocarburo, entonces, salvo que estemos hechos de hidrocarburos recalcitrantes, no creo que nos hagan nada”.

Ortiz de La Torre pone énfasis en que la biorremediación usa productos inocuos, naturales, que no dañan al medio ni al ser humano, y que se generan unas condiciones que no solamente contribuyen a la descontaminación, sino más bien a una remediación para volver a integrar la vida al suelo.



“Una de las condiciones fundamentales para introducir bacterias de biorremediación es que no sean patógenas humanas, que sean inocuas, que no generen esporulación, que no muten, que no tengan otra fuente de alimentación; son bacterias tremendamente específicas; y se hacen las pruebas -antibiograma- para determinar si generan resistencia a algunos antibióticos”.

Beatriz Ortiz de la Torre, ambientóloga, consultora y técnica de descontaminación y de remediación sostenible del Grupo IDOM

Una técnica sostenible

Esa recuperación del suelo, más allá de la sola eliminación de los contaminantes, es indispensable, sostiene Salvador Donghi, biólogo de la Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), que también integra el Comité de Expertos en Saneamiento.

“No debemos olvidar que **el suelo es la principal maquinaria metabólica a nivel planetario y el segundo recurso natural más escaso en el mundo.** (...) La remediación debe buscar el saneamiento de un suelo que ha estado contaminado y devolverle sus características nativas, que permitan las funciones, por ejemplo, de reciclaje de todos los compuestos químicos y, además, sostenedor de toda la cubierta vegetal encargada de fijar oxígeno, intercambio gaseoso, etc.”

Para sanear un suelo existen varias técnicas, sin embargo, no todas son seguras y sostenibles, subraya Donghi, quien es director de la consultora Simbiosis. “En Chile se ha usado el confinamiento de los suelos o el retiro de los contaminantes para ser tratados en otros lugares, lo que se llama disposición final. (...) No solo lleva el problema a otra parte, sino que la cantidad de camiones que se usan para el traslado significa una huella de carbono enorme”.

“El confinamiento, en tanto, no se hace cargo del problema; permite la habitabilidad, pero se sigue con un pasivo ambiental ahí enterrado. En 100, 200 años las generaciones futuras se van a encontrar con un problema que dejamos sin resolver. Dentro del desarrollo sostenible esa es una situación no permitida, no se pueden traspasar costos ambientales a las generaciones venideras (...), el pasivo ambiental sigue existiendo, lo mismo que el traslado de contaminantes, la disposición final, tampoco está enmarcado en el desarrollo sostenible”, explica Donghi. Como ejemplo, comenta la situación que vive Alemania con desechos radiactivos que fueron enterrados en antiguas minas, pero cuyos envases se están destruyendo producto de la radiación.

Otra técnica es la remediación química, mediante la incorporación de químicos para cambiar el estado molecular de los contaminantes y volverlos inertes o no peligrosos para la salud humana. “Esto tiene efectos secundarios, porque la reacción química genera subproductos que van a ser contaminantes”, explica el biólogo.

“Están los tratamientos térmicos, que destruyen los contaminantes a través del calor. Es tremendamente caro, eficaz con la contaminación, pero mata absolutamente todo, no solo los contaminantes, sino que también toda la biota, toda la vida que existe en los suelos a nivel de bacterias, protozoos, etc.” El académico de la PUCV cuenta que esto se usa mucho en China, donde no tienen problemas de inversión y persiguen fines inmediatos, como habilitar sectores para vivienda, pero no solo destruye toda la composición del suelo en términos de vida, sino que

“para producir el calor se necesita una fuente energética y probablemente estén usando combustibles fósiles; que en la ecuación final termina siendo contaminante”.

Donghi explica que recuperar ese suelo, ese ecosistema que se ha generado producto de procesos evolutivos muy complejos, “luego de un proceso tan dañino como el térmico, es imposible”.

“En resumen, la única técnica de remediación que logra proyectarse en términos de sostenibilidad es la biorremediación”, concluye.

En el caso del paño de Las Salinas, indica que al cabo de 80 años de contaminación “los suelos tienen una cantidad de bacterias menor que las que existen en el desierto de Atacama. Eso significa que de forma natural el suelo no se puede recuperar, o lo podría hacer en 250 a 300 años”.

En ese sentido, explica que sin sanear, actualmente es imposible usar ese terreno con fines de habitabilidad humana o **para otros usos, como un parque**. **“Un primer proceso que consistió en sacar el primer metro de suelo contaminado terminó entre 2013 y 2014, o sea, han pasado 8 años y la recomposición vegetal es prácticamente nula. El suelo no puede de manera natural recomponerse en el corto plazo”.**

Respecto a los costos económicos de la biorremediación, el biólogo sostiene que en Chile aún es caro, principalmente por la investigación previa al procedimiento.

Sin embargo, “en términos de costos sociales y ambientales es lejos la mejor inversión, porque se paga en el largo plazo y tiene muchos otros efectos que ayudan a aumentar los beneficios en términos económicos”.

Uno de los beneficios, en el caso de Las Salinas, es el desarrollo de la ciencia regional. “Producto de las investigaciones se han formado doctores, se han desarrollado líneas de investigación que se publican hoy en revistas científicas de gran prestigio”. Asimismo, agrega, **“da la posibilidad de que se construyan alianzas positivas que permitan, por ejemplo, a los privados invertir en desarrollo de la mano de las universidades locales para solucionar problemas locales”.**

“El hecho de que en la región de Valparaíso hay 3 universidades que están trabajando en una técnica que es segura, reconocida mundialmente, es un desarrollo enorme para la ciencia regional. Además, es uno de los mejores antecedentes de descentralización: la región se está haciendo cargo de su problema con conocimiento local. (...) Tiene un beneficio social,

económico, científico, educativo, regional enorme, que supera con creces la inversión que tiene que hacer el privado en este caso para poder remediar”, concluye Donghi.



“El hecho de que en la región de Valparaíso hay 3 universidades que están trabajando en una técnica que es segura, reconocida mundialmente, es un desarrollo enorme para la ciencia regional. Además, es uno de los mejores antecedentes de descentralización: la región se está haciendo cargo de su problema con conocimiento local”.

Salvador Donghi, biólogo de la PUCV, integrante del Comité de Expertos en Saneamiento.

► CIUDAD

#bacterias #Beatriz Ortiz de la Torre #biorremediación #Contaminación #hidrocarburos
 #IDOM #Inmobiliaria Las Salinas #Medio Ambiente #PUCV #Roberto Orellana
 #Salvador Donghi #suelos #UPLA #USM

MÁS NOTICIAS DE CIUDAD



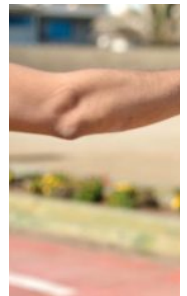
Directorio de Transporte Público Metropolitano y Facultad de Ingeniería UAI realizarán conversatorio sobre Transporte Público sostenible para 2035

Especialistas del Estado y de la academia comentarán los avances y resultados en investigación, y la estrategia de transporte...



Hospital de Curicó: un hito en la historia de los Premios Certificación Edificio Sustentable 2022

El recinto asistencial -cuya apertura para atención ambulatoria se prevé para diciembre de 2022- se alzó con el primer...



Imeko: la ú mundo que colillas de

La empresa fue titulada en la Valparaíso los contenedores

Nuestras Alianzas Circulares





CENTRA
CENTER FOR ENERGY TRANSITION
UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ





PAÍS CIRCULAR

¿Quiénes Somos? País Circular es editado por Agencia de Sostenibilidad Circular. Dirección Monseñor Félix Cabrera 39. Providencia.

Gustavo Guerra Montoya | Director General
gguerra@agenciacircular.cl
+569 92770251

SÍGUENOS

