



## Cristina Dorador: “Se está tratando de obtener la mayor cantidad de litio en el menor tiempo posible y los efectos son muy grandes”

### Description

Por Emilia Delfino.

- *La bióloga chilena dialogó con Mongabay Latam sobre los cambios en la política de Chile con respecto a los salares y la exploración y explotación de litio.*
- *Explica que los salares son ecosistemas acuáticos, que en el pasado fueron grandes lagos, que se fueron evaporando. Sin embargo, la minería de litio, llamada “minería de agua”, está acelerando en tiempo récord esa evaporación.*
- *“Se están tomando decisiones muy importantes para el futuro de los salares, sin quizás tener la información de base robusta que se requiere”, asegura Dorador.*
- *Habla de la lección que puede dar Chile a Bolivia y Argentina, los otros dos países del Triángulo del litio: “Lamentablemente, en Chile tenemos experiencia sobre destrucción y extinción de salares”, afirma.*

Los salares pueden extinguirse, afirma Cristina Dorador, licenciada en Ciencias con mención en Biología de la Universidad de Chile (2002) y doctora en Ciencias Naturales de la Universidad de Kiel.

Conoce como pocos lo que sucede en los salares pero considera que ese conocimiento es todavía insuficiente para ganar la carrera contra el tiempo y evitar que estos ecosistemas se evaporen por completo, desaparezcan, sacrificados por la extracción de litio para la transición energética.

Dorador, reconocida a nivel internacional por sus investigaciones sobre los microbios que viven en ambientes extremos como los salares, dirige además el Laboratorio de Complejidad Microbiana en la Universidad de Antofagasta y realizó estudios doctorales en el Max-Planck Institute for Limnology en Alemania (2007). Actualmente, también es Profesora asociada de la Universidad de Antofagasta e investigadora titular del Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB)

En 2021, fue electa para ser miembro por la región de Antofagasta de la Convención Constitucional, órgano encargado de redactar la propuesta de Nueva Constitución de Chile. En 2022, además, fue reconocida por la Revista Forbes como una de las 30 mujeres poderosas del país. Su poder nace de sus ansias por el conocimiento.



Cristina Dorador, durante la toma de muestras en el salar de Huasco. Allí, estudia la alta diversidad microbiana. Foto: gentileza Dialogue Earth

En diálogo con Mongabay Latam analiza la decisión del gobierno de Gabriel Boric para la nacionalización del litio y reclama mayor protección para los salares. Pero antes, explica lo que debemos saber sobre estos mundos de sal.

-¿Qué función cumplen los salares en los ciclos de vida de las zonas donde están ubicados?

-Los salares son ecosistemas acuáticos, que en el pasado fueron grandes lagos, grandes paleolagos, que con el tiempo se fueron evaporando, secando y también separando entre sí. Estos legados de antiguos lagos quedaron ubicados en el norte de Argentina, norte de Chile y también sur de Bolivia, y son fundamentales para el lugar donde están porque estamos hablando de una zona que es bastante árida, sobre todo en la parte chilena, como el desierto de Atacama, por lo tanto son los reservorios de agua de los Andes. Además, concentran la mayor biodiversidad de la zona, tanto del Altiplano como de la Puna. Por lo tanto, son fundamentales para el funcionamiento del ecosistema, pero también para los ciclos biogeoquímicos: estos salares están produciendo gases, pero también están concentrando otro tipo de elementos en reservorios, como dióxido de carbono, metano y otro tipo de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Entonces, además, tienen implicancias en el clima local y por supuesto, en la vida de las personas que habitan en la zona.

Por lo menos en la parte chilena, el Salar de Atacama es la cuna de la nación Lickanantay Atacameña, a partir del cual se ha desarrollado una cultura milenaria de hace más de 11 000 años. Por eso son cruciales para la vida de las

personas, sobre todo en las prácticas agrícolas y ganaderas.

-¿Cómo puede la explotación del litio afectar la vida de estos salares y de sus lagunas?

-Bueno, a diferencia de otros lugares del mundo donde el litio se encuentra en roca, aquí en Sudamérica, en estas áreas geográficas, está en los salares. O sea, estamos hablando de un mineral que está concentrado en un ecosistema acuático. Por ello se habla de una minería del agua. Para obtener este mineral es necesario sacarlo del agua. El litio se encuentra contenido en salmueras que son agua con alta concentración de sal, que están generalmente en las partes más profundas de los salares. Por lo tanto, hay que bombearla hacia la superficie. La forma más común de extracción es a través de pozas (piletas) de evaporación, que muchas veces se hace en la superficie de los salares mismos, en la zona de la costra de sal.



Laguna Puilar es parte del sistema hidrológico de Soncor, sitio Ramsar y parte de la Reserva Nacional Los Flamencos, del Salar de Atacama. Foto: UMA-CPA

La salmuera no solo tiene el litio, tiene también obviamente cloruro de sodio, potasio y otro tipo de sales. Esto se realiza hasta obtener una salmuera concentrada en litio. Este proceso lo que hace es una disrupción espacial del salar, ya que hay un cambio en el paisaje. Remueven toda esta costra salina y hacen estas grandes piscinas que son tan grandes que se alcanzan a ver desde el espacio. Además del bombeo de la salmuera, que es una extracción continua de agua del salar y la evaporación de esa agua. Entonces acá hay un uso del agua que puede ser muy disruptivo y ocasionar cambios importantes en el ecosistema.

-¿Ya se ven estos cambios en Chile?

-Hay algunos cambios ya reportados en Atacama, por ejemplo. La extracción masiva de litio en los últimos 20 años ha generado al menos que en el salar aumente la temperatura superficial, ha disminuido la cubierta de vegetación y hay en general menos humedad. Hace unos años reportamos que el Salar de Atacama ha disminuido más o menos un 30 % en su espejo de agua en un tiempo importante también, lo cual puede estar vinculado a la crisis climática, pero sobre todo, en los últimos años, a la extracción de litio. Y esto también ha llevado como consecuencia a la disminución de las poblaciones de flamencos endémicos. Otros colegas han reportado que también se están perdiendo los sitios de nidificación de flamencos. Hay flamencos que ya no llegan a los lugares donde normalmente hacían nidos. Se están yendo a otros salares y esto probablemente es por la disrupción del lugar, no solamente debido al tema mecánico de la extracción de salmueras, sino además por todo lo que implica que llegue más maquinaria, más vehículo, más ruido.

También hay reclamos históricos de las comunidades indígenas porque se están secando varias partes de la zona de los acuíferos y con eso también han disminuido las prácticas agrícolas y se han secado árboles en la zona del borde.

-¿Pueden extinguirse los salares debido a la extracción de minerales?

-Lamentablemente, en Chile tenemos experiencia sobre destrucción y extinción de salares porque, si bien ahora estamos enfrentando la extracción de salmuera para la industria del litio, en años previos también hemos vivido la extracción masiva de agua para la industria del cobre. Cualquier actividad minera requiere principalmente de agua y de energía. El agua que se ha ocupado para estos procesos de minería del cobre ha sido obtenida directamente de los salares. Entonces, hay casos emblemáticos de desecación de salares para esta industria como es el Salar de Punta Negra, el Salar de Lagunillas, la afectación en el Salar de Lllamarada y otros. De hecho han habido juicios ambientales al respecto de parte del Consejo de Defensa del Estado, que ha denominado que estos sistemas han sido afectados de forma irreversible, irreparable. Así que sabemos lo que les pasa a los salares cuando se les saca el agua: disminuye su biodiversidad al disminuir las lagunas y pueden secarse completamente. Es un daño impresionante.



Cristina Dorador, durante su trabajo en Antofagasta, Chile. Foto: Carolina Cerda

-Cuando hablamos de litio, se plantea la disyuntiva entre la transición energética que debe llevar adelante el Norte Global, para lo cual necesita este mineral, y las consecuencias que tiene esa transición energética para países como Chile, Argentina y Bolivia. ¿Cuál es su posición? ¿Hay una solución? ¿Se puede hacer la extracción de litio de otra forma que no sea tan perjudicial para el medio ambiente?

-Es un tema complejo porque tiene varias aristas. Estamos en un contexto de descarbonización, es fundamental que se frenen las emisiones de carbono para parar el calentamiento global y la consecuente crisis climática. Y la electromovilidad ha sido una de las alternativas que los países más han empujado, para lo cual se requieren baterías de litio. El asunto, creo yo, es que no se ha considerado en su magnitud lo que implica la obtención de litio desde ecosistemas frágiles y únicos como son los salares. Por lo tanto, no está incorporado este tema en la ecuación cuando se habla de transición energética. Por eso se habla muy poco del tema a nivel local. Por ejemplo, ¿para qué se necesita el litio? Porque si estamos solamente pensando en un reemplazo de los autos de energías fósiles versus autos eléctricos, en realidad no alcanza siquiera el litio que hay en el planeta. También se incluye poco en esta conversación los límites planetarios y nuevamente los efectos que ocurren a nivel local. La destrucción de la biodiversidad también es un tópico que está vinculado a la crisis climática. Además tampoco se habla de los efectos sociales. Creo que no se ha abordado en su complejidad.

Respecto a la obtención de litio, creo que hay que pensar nuevamente en las escalas. Se está tratando de obtener la

mayor cantidad de litio en el menor tiempo posible y los efectos son muy grandes. También hay tendencias que muestran que ciertas tecnologías “salvadoras” van a hacer las cosas menos invasivas, como la extracción directa de litio, que implica técnicas que se basan en la obtención selectiva del mineral del litio. El resto de la salmuera, que no se va a usar en el proceso, se reinyecta en el sistema. Ahora también en Chile tenemos experiencia de ese tipo de reinyección para otros procesos y lo que ocurre, en realidad, es una artificialización del sistema del salar.

-De cualquier manera, existe un impacto...

-De todas maneras, existe un impacto. Los salares son ecosistemas acuáticos ecológicamente terminales, o sea, poniéndolo nuevamente en el contexto geológico, fueron grandes lagos, pero en el tiempo se han ido secando. O sea, probablemente dentro de miles de años hubieran estado también en ese proceso porque son siempre sistemas que se están evaporando, pero la acción humana está acelerando esos procesos. Lo que necesitamos es pensar de forma mucho más amplia, más diversa. Y también incorporar mucha más investigación, sobre todo investigación local. En nuestros países en general hay muy buena ciencia, pero falta mucho más esfuerzo y pensar en soluciones más bien a pequeña escala, a nivel local.

Si estamos nuevamente pensando en mantener nuestros mismos hábitos de consumo a esa escala gigante, no hay planeta que aguante. El caso de los salares, es un buen ejemplo de aquello. No puede ser todo blanco y negro, sino que hay muchas más aristas.



Flamenco andino en Salar de Tara, Chile. Foto: Ramón Balcázar

-¿Qué lecciones cree que puede dar Chile desde su experiencia en la extracción de litio?

-El Gobierno de Chile presentó hace unos dos años la Estrategia Nacional del Litio, en la cual se incorporó aumentar la extracción de litio a otros salares porque hasta el momento solamente se hace en el Salar de Atacama. Incorporaron otras cuencas y el tema es que muchos de estos sistemas jamás han sido estudiados o han sido muy poco estudiados. Entonces no sabemos lo que hay y probablemente tampoco alcancemos a saber lo que hay. Y eso es una tragedia para la humanidad. Pero por otro lado, también se planteó la protección del 30 % de la superficie de los salares a partir del Convenio de Biodiversidad. Y creo que eso es algo valorable y que también deberían hacer otros países. No podemos permitir que ecosistemas tan únicos simplemente estén destinados a ser explotados por un tema económico. No podemos tampoco permitir que se extingan ecosistemas completos. El planeta tiene un cierto buffer, pero el buffer ya está hace rato un poco sobregirado y es hora de que también tomemos conciencia de aquello.

-¿Falta investigar a los salares? ¿Cuánto cree que falta conocer sobre estos ecosistemas?

-La investigación va a depender siempre de las preguntas que existan. Por ejemplo, preguntarse sobre el origen de los

salares, cómo se están comportando, cuáles son los efectos del cambio climático, cuál es la biodiversidad, etcétera. O preguntas que sean más dirigidas a las temáticas que están afectando los salares actualmente. Creo que falta estudiar más salares. En Chile hay más de 60 ecosistemas, de los cuales con suerte habrán sido estudiados, alguna vez, incluso conspicuamente, unos diez, 15, quizás. Sobre el resto, no hay información. Lo que también es necesario es tener estrategias de investigación. El tema es que se están tomando decisiones muy importantes para el futuro de los salares sin quizás tener la información de base robusta que se requiere.

-¿Qué medidas importantes se están tomando sin información científica suficiente?

-Principalmente tiene que ver con la exploración y la explotación. Junto con la decisión de proteger el 30 % de los de los salares, se incorporó una serie de salares considerados para exploración de litio y posterior explotación. Entre estos, están los salares que son considerados estratégicos, donde la exploración y explotación estaría a cargo del Estado, como es el Salar de Atacama, el Salar de Maricunga, entre otros. También están los salares que fueron puestos para exploración para privados y esos, creo yo, son los salares sobre los que hay menos información y hace falta avanzar rápidamente para, por lo menos, saber cómo son porque ecológicamente no tenemos mayor información.



Piscina de evaporación en el Salar de Atacama. Foto: Barinia Montoya

-¿La minería ha obstruido la posibilidad de investigarlos?

-En los últimos años ha aumentado la investigación en salares, por ejemplo, sobre el Salar de Atacama, pero en base a



preguntas que tenían que ver con responder los efectos de la minería. Por ejemplo, los estudios de hidrogeología. ¿Cómo funciona el salar en términos hidrogeológicos? Porque por un tiempo hubo una discusión muy fuerte sobre lo que se estaba explotando. La narrativa ha sido que eran salmueras y no eran agua dulce o agua que pudieran consumir las personas o los animales, Esa narrativa que ha primado en esta industria por mucho tiempo no tiene bases científicas. Evidentemente eso no es así, la salmuera sigue siendo agua y tiene roles fundamentales de la ecología y funcionamiento de los sistemas.

Por otro lado, también se ha incentivado mucho el estudio tecnológico. Por ejemplo, los métodos de extracción. A pesar de que se habla bastante de estos sistemas de extracción directa de litio, no hay tampoco tanta literatura como uno esperaría, sino que son más bien avances desde los privados.

Respecto a las posibilidades de investigación, yo creo que más bien se limita a recursos económicos para poder investigar y formar personas en estos ámbitos, que es lo que nosotros hemos estado haciendo por ya casi dos décadas.

-Cuando los científicos hablan de salares hablan de las cianobacterias y de los estromatolitos. ¿Por qué son importantes para la ciencia? ¿De qué se trata?

-El mundo microbiano está formado por todos los organismos que no podemos ver directamente con nuestros ojos y dentro de los cuales hay distintos tipos que se clasifican según su origen evolutivo, pero también por su función, por el rol que tienen. Las cianobacterias son bacterias que hacen fotosíntesis y son importantes porque evolutivamente fueron las primeras que comenzaron a producir oxígeno en la Tierra. Derivan de otras bacterias que también hacían fotosíntesis pero no generaban oxígeno. Las bacterias están en todos los ambientes acuáticos presentes, pero en ambientes como los salares, que se han descrito como análogos a la Tierra primitiva, también se pueden encontrar estructuras microbianas como los tapetes microbianos, microbialitas y también en algunos casos, estromatolitos, que son muy famosos porque son las estructuras biológicas más antiguas del planeta. Los más estudiados son los que están en Australia. Este tipo de microorganismos nos muestran cómo pudo haber sido la vida al inicio en la Tierra.



Salar de Atacama. Foto: Consejo de pueblos Atacameños

-Hablábamos de esta propuesta del gobierno de Boric de proteger el 30 % de la superficie de salares en Chile. ¿Crees que eso es suficiente? ¿Fue una buena decisión? ¿Debería haberse preservado más?

-Yo creo que siempre estas son decisiones complejas. Todos los salares tienen importancia ecológica y de biodiversidad. No hay uno que podamos decir más importante que otro. Por eso la decisión es tan difícil. Pero Chile firmó este acuerdo para proteger el 30 % de los ecosistemas. Creo que si no hubiese firmado ese acuerdo hubiese sido muy difícil avanzar en una protección de salares, como ha ocurrido en otros países, donde se ha dado luz verde para explotar todos los sistemas de salares. Entonces, por un lado, es positivo porque aumenta también el número de áreas protegidas que tiene Chile y especialmente, el norte, ya que el norte de Chile es una de las zonas que tiene menos áreas protegidas. Es un avance, pero no es suficiente. Hay que seguir avanzando en la protección de los salares. Además, faltan algunas certezas, por ejemplo, sobre qué va a pasar con los salares que se abren a exploración. Todos esos tópicos hay que abordarlos prontamente. A pesar de esto, la creación de áreas protegidas es una buena noticia.

Se estaba avanzando en los estudios técnicos justificatorios para la creación de estas nuevas áreas protegidas. Así que esperemos que este año 2025 se promulguen algunas de estas nuevas áreas. Creo que en algún momento se van a poder compartir técnicas y visiones sobre los salares que quizás han estado un poco olvidadas. Sobre todo en la profundidad que tienen que adoptar los estudios de impacto ambiental que van a venir, que muestren todas las implicancias del proyecto y si no pueden ser reparados, tiene que haber también una mitigación.



*La bióloga Cristina Dorador es doctora en Ciencias Naturales de la Universidad de Kiel y dirige el Laboratorio de Complejidad Microbiana en la Universidad de Antofagasta. Foto: gentileza Cristina Dorador*

-¿Cree que este acuerdo planteado por Chile en la actualidad es un buen modelo para Argentina y Bolivia, países que están yendo por caminos completamente diferentes?

-De partida, los salares no pueden ser vistos como unidades solitarias y únicas, sin conexión, sobre todo en el ámbito de la biodiversidad. Pensemos, por ejemplo, en los flamencos andinos, que hoy son especies que migran, que vuelan y nidifican en ciertos salares y se alimentan en otros. Para ellos no existen las fronteras. No existe Bolivia, ni Argentina, ni Chile. Eso es importante tomarlo en cuenta porque si es que hay un sistema afectado, ya sea en Chile, en Bolivia o en Argentina, evidentemente va a afectar a otros sistemas también, porque la sola presencia de estos animales hace que exista un intercambio de nutrientes, un intercambio genético que va manteniendo equilibrios tan importantes en los sistemas. Entonces yo creo que debería haber incluso una estrategia multilateral, multinacional de protección de salares. Pero claro, la situación política actual lo hace muy difícil. Sin embargo, efectivamente se debería avanzar hacia aumentar las áreas protegidas de salares en todos los países que los tengan, porque son ecosistemas primero muy frágiles y, segundo, para el caso de Chile en particular, son el lugar donde se concentra la mayor biodiversidad en la zona continental del norte y son la fuente de agua de muchas comunidades. No es trivial que se afecte un salar. Los salares no son minas, son ecosistemas, son humedales. Y esa es la visión que debería primar.

El Maipo/Mongabay

Imagen destacada: La bióloga Cristina Dorador es doctora en Ciencias Naturales de la Universidad de Kiel y dirige el Laboratorio de Complejidad Microbiana en la Universidad de Antofagasta. Foto: gentileza Cristina Dorador

**Date Created**

Febrero 2025

[www.elmaipo.cl](http://www.elmaipo.cl)