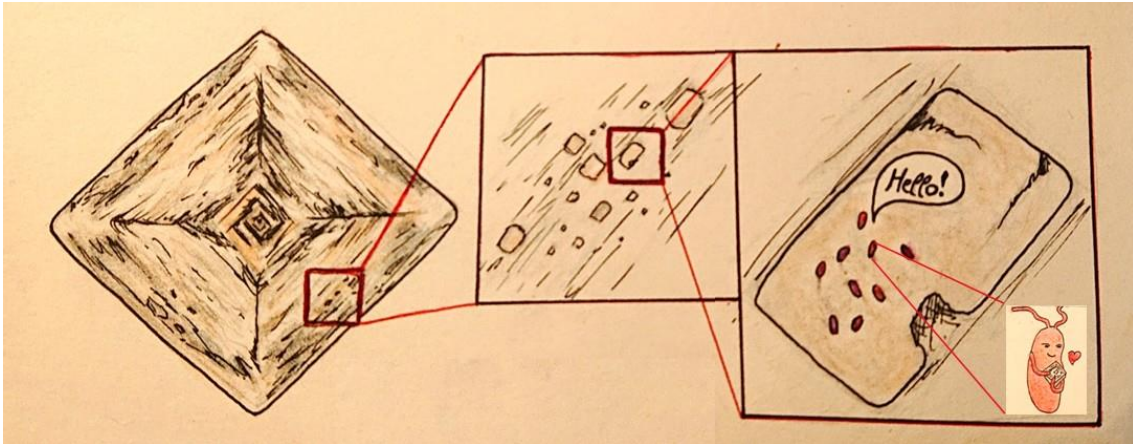


MicroChat

Soy Sali: ¿me comerás hoy?

(Kenneth Timmis y Terry McGenity)

(con disculpas: esto no es realmente una charla sino más bien un monólogo)



Sali viviendo dentro de inclusiones de salmuera que forman parte de cristales de sal (halita, NaCl)
– imagen cortesía de Emese Bartha

Bueno, mi nombre real es *Halobacterium salinarum*, pero puedes llamarme Sali. A menudo vivo en cristales de sal; las cuatro paredes de mi hogar están hechas de sal (bueno, en realidad hay más de cuatro, pero no nos pongamos demasiado técnicos). Cuando agregas sal a tus papas fritas, si es que te gustan, o a otros alimentos en tu plato, no solo añades una dimensión extra a su sabor, también podrías estar agregándome y comiéndome. Cuando me comes, temporalmente paso a formar parte de tu microbioma, específicamente de tu microbiota intestinal. Pero no te haré ningún daño y tarde o temprano me mudaré a otros hábitats o al más allá.

Pero primero debería explicarte un poco sobre la sal y su importancia para nuestros cuerpos. Sí, la sal es un ingrediente clave en el sazonado de los alimentos: una pizca espolvoreada sobre la comida mejora su sabor. Pero, no debemos añadir demasiada, ya que su sabor se vuelve dominante y dejamos de percibir los sabores reales de nuestras comidas.

Ahora bien, hay varios tipos de sal. Mi hogar consiste principalmente en cloruro de sodio, NaCl, el compuesto que ponemos en nuestra comida y que contiene los elementos sodio y cloro. En el agua, el cloruro de sodio generalmente existe como iones de sodio y cloruro eléctricamente cargados, lo que les da el nombre de electrolitos. Nuestra sangre y otros fluidos corporales contienen concentraciones bastante exactas y constantes de electrolitos; los principales en el plasma sanguíneo y entre las células son el sodio y el cloruro, que regulan todo tipo de procesos celulares y metabólicos en nuestros cuerpos. Por eso, agregar demasiada sal a la comida no es bueno, ya que puede alterar el control de electrolitos de los procesos metabólicos y causar problemas de salud como la hipertensión arterial. Por otro lado, si sufrimos diarrea y perdemos mucho líquido, necesitamos reponer no solo el agua perdida, sino también nuestros electrolitos, y por eso a menudo se nos da una mezcla de electrolitos para beber.

Demasiada sal no solo es mala para nosotros, también lo es para la mayoría de los microorganismos, especialmente aquellos que crecen en alimentos frescos y los estropean. Por eso se añade mucha sal a alimentos crudos como el bacalao, el jamón y las aceitunas en salmuera que impide que la mayoría de los microbios crezcan en ellas y provoquen su deterioro, lo que aumenta su vida útil. El bacalao fresco se estropea muy rápidamente, en pocas horas si no está refrigerado, e incluso refrigerado no dura más que unos pocos días. Empieza a oler y saber mal. ¡Pero el bacalao salado dura muchísimo y, tras quitarle la mayor parte de la sal, sabe delicioso! A veces, los microorganismos extremadamente halófilos, como yo, pueden cambiar el perfil de sabor de los alimentos y condimentos salados, mejorando a menudo su sabor y valor nutricional, como ocurre con la salsa de pescado tailandesa.

Y la sal a veces se utiliza como medicina: hacer gárgaras con agua salada es un remedio recomendado para personas con infecciones de garganta. Aunque el agua salada puede aliviar la garganta, no se sabe con certeza cómo actúa. Sin embargo, se dice a menudo que el agua salada inhibe a los patógenos, como *Streptococcus*, y reduce la inflamación, lo que concuerda con el hecho de que la sal hace que la mayoría de las bacterias se sientan incómodas.

¿Pero de dónde viene la sal? La sal proviene mayormente de rocas y formaciones rocosas en tierra firme. La lluvia las disuelve mediante procesos de meteorización y erosión, y luego son transportadas por ríos, aguas subterráneas y glaciares hasta el mar. <https://oceanliteracy.unesco.org/ocean-salty/>

El agua cubre alrededor del 71% de la superficie terrestre, la mayoría formando los mares y océanos. El volumen del mar está regulado por entradas y salidas de agua. Las salidas incluyen la evaporación del agua hacia la atmósfera, la formación de hielo y la filtración a través de sedimentos hacia acuíferos subterráneos. Las entradas incluyen ríos, aguas subterráneas y precipitaciones (el retorno del agua evaporada en forma de lluvia o nieve).

El océano abierto tiene una concentración de sal (salinidad) de alrededor del 3,5%, con solo ligeras diferencias en todo el mundo. La salinidad del océano depende de la cantidad de agua y de la cantidad de sales que llegan a ella. Su salinidad ha cambiado a lo largo del espacio y del tiempo, como lo demuestran los enormes depósitos de sal de roca antigua bajo los sedimentos del fondo marino. Si el agua de mar u otra fuente de agua salada está en un área restringida, como una laguna o cuenca poco profunda (o, a menor escala, una poza en una roca), entonces la tasa de evaporación del agua (salida) puede ser más rápida que la entrada de nueva agua, haciendo que el agua se vuelva aún más salada.

Este proceso se ve favorecido por condiciones cálidas, secas y con viento, y puede continuar hasta que los minerales de sal comienzan a cristalizarse en forma de sal sólida. El proceso de cristalización puede acelerarse como, por ejemplo, al desviar agua de los ríos para uso agrícola. Esto es evidente hoy en día en el Mar Muerto, que se está reduciendo su volumen de agua y ésta se está saturado de sal (su salinidad es unas diez veces mayor que la del agua de mar), tanto que el cloruro de sodio forma cristales en su superficie y en el fondo marino, creando sal de roca. Procesos similares ocurrieron a gran escala, con mares muy grandes que dieron lugar a enormes depósitos de sal. Los depósitos de sal de roca que se extraen hoy en día se formaron justamente de esa manera. Para obtener la gran cantidad de sal de mesa que usamos en los alimentos (y en la industria química), o bien se extraen de esos depósitos antiguos de sal de roca, o se conduce agua de mar hacia estanques poco profundos, dejándola evaporar, lo que produce sal marina. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2006.03.044>

Bueno, eso es suficiente para esta salada charla: volvamos a nuestra historia y a los microbios, como yo. Como ya mencioné, a los microbios en general no les gustan las condiciones salinas, por lo que cuando la concentración de sal en un cuerpo de agua natural aumenta, la comunidad microbiana cambia. Esto da lugar a la dominancia de microbios que no solo toleran altas concentraciones de sal, sino que en realidad prefieren vivir en una salinidad extremadamente alta. Las miles de proteínas de mis células, por ejemplo, han evolucionado para funcionar en condiciones de salinidad bien altas. Y a medida que la salinidad aumenta aún más, los microbios adaptados a la sal, como yo, pueden crecer a tal densidad que la salmuera en la que vivimos se vuelve opaca y roja, como una sopa de tomate.



Salinas en Aigues-Mortes, Francia. El agua de mar del Mediterráneo se bombea a estanques, los cuales aumentan su salinidad debido a la evaporación. Los estanques de color naranja son los más salinos, y es en estos donde Sali y sus amigos prosperan y ayudan a acelerar la precipitación de la sal común (NaCl). Imagen del Observatorio de la Tierra de la NASA por Lauren Dauphin, utilizando datos de Landsat del Servicio Geológico de EE. UU y **Salinas** de Torrevieja, Alicante, España.

Ahora, ¿por qué volvemos roja el agua salada? ¡Porque somos rojos! Nuestro color proviene de la producción de pigmentos carotenoides protectores, similares a los que se encuentran en las zanahorias y los tomates. Estos pigmentos carotenoides absorben la radiación solar y nos calientan no solo a nosotros, sino también al agua, lo que fomenta aún más su evaporación. Así que microbios como yo, en realidad, aceleramos el proceso de cristalización. Desde hace mucho tiempo se valora nuestra contribución para acelerar el proceso de producción de sal marina, ¡incluso antes de que supieran que existíamos!

Y, lo más importante, cuando el cloruro de sodio precipita, formando cristales cúbicos de halita, Sali y muchos amigos que vivimos en el líquido quedamos atrapados dentro de la halita: ¡quedamos encarcelados, aislados del resto del mundo!

Yo prefiero vivir en un líquido salado, pero cuando piensas en la sal, crees que es totalmente sólida. Y la mayor parte lo es. Sin embargo, en los cristales de halita hay pequeños bolsillos de líquido saturado en sal, llamados inclusiones de salmuera, y yo vivo en ellos. Proveen un refugio líquido seguro para mí y otros microorganismos halófilos como yo, evitando que nos sequemos. En términos de tamaño relativo, un microbio dentro de una inclusión de

salmuera es equivalente a una mosca dentro de un balde, y puede haber cientos de células de diferentes especies microbianas atrapadas dentro de una sola inclusión.

Por muchas razones, soy uno de los mejores supervivientes en esas condiciones. Por ejemplo, puedo alimentarme lentamente de los microbios que quedaron atrapados en las inclusiones de salmuera cuando se formaron y que posteriormente murieron, y continuar creciendo cuando se agota el oxígeno. Puedo acurrucarme —dormirme o hibernar— y mantener solo la actividad metabólica suficiente para seguir vivo, lo que significa que incluso puedo sobrevivir durante tiempo geológico: millones de años. Esta estrategia de vida significa que, si hay lluvias que provocan el flujo de agua dulce, disuelven mi jaula de sal sólida y me liberan de mi prisión, me aportan nutrientes y recrean un cuerpo de agua salado, estoy listo y preparado para volver a crecer.

Así que cuando comas tus papas fritas, piensa en mí y en mi vida. Cuando tomes un cristal de sal, es posible que yo esté dentro de él. Tu saliva disuelve la sal y me libera de mi jaula salada. (Cuando haces gárgaras con agua salada o añades un chorrito de salsa de pescado tailandesa a tu comida, ya habré sido liberado). Puede que haya estado sentado en un cristal de sal durante años y, en algunos casos, durante miles o millones de años, simplemente esperando ser liberado. Mis amigos y yo somos testigos de los procesos de la Tierra y la biósfera a lo largo de milenios.

De hecho, la sal fue una mercancía tan importante para la humanidad que, aunque atrapados dentro de cristales de sal, hemos participado —aunque pasivamente— en todo tipo de eventos y procesos históricos, como:

- soldados romanos recibiendo raciones de sal como parte de su salario (derivado del latín *sal*, y probable origen de la expresión “vale su sal”),
- marineros vascos han llevando sal en sus viajes durante años para conservar el bacalao capturado en mares lejanos,
- numerosas guerras por el suministro de sal, y
- la Revolución Francesa, en la que la tributación de la sal fue una de las principales quejas.

Y algunos de nosotros, sobreviviendo en sal de roca enterrada, tenemos historias fascinantes que contar sobre criaturas extintas hace mucho tiempo, incluidos los dinosaurios.

Así que: cuando me comes a mí y a mis amigos, estás comiendo historia, historia muy antigua, porque hemos estado ahí cuando ocurrieron tanto eventos maravillosos como catastróficos, y a lo largo de toda la evolución de plantas y animales.

<https://seasalt.com/salt-101/about-salt/history-of-salt>