

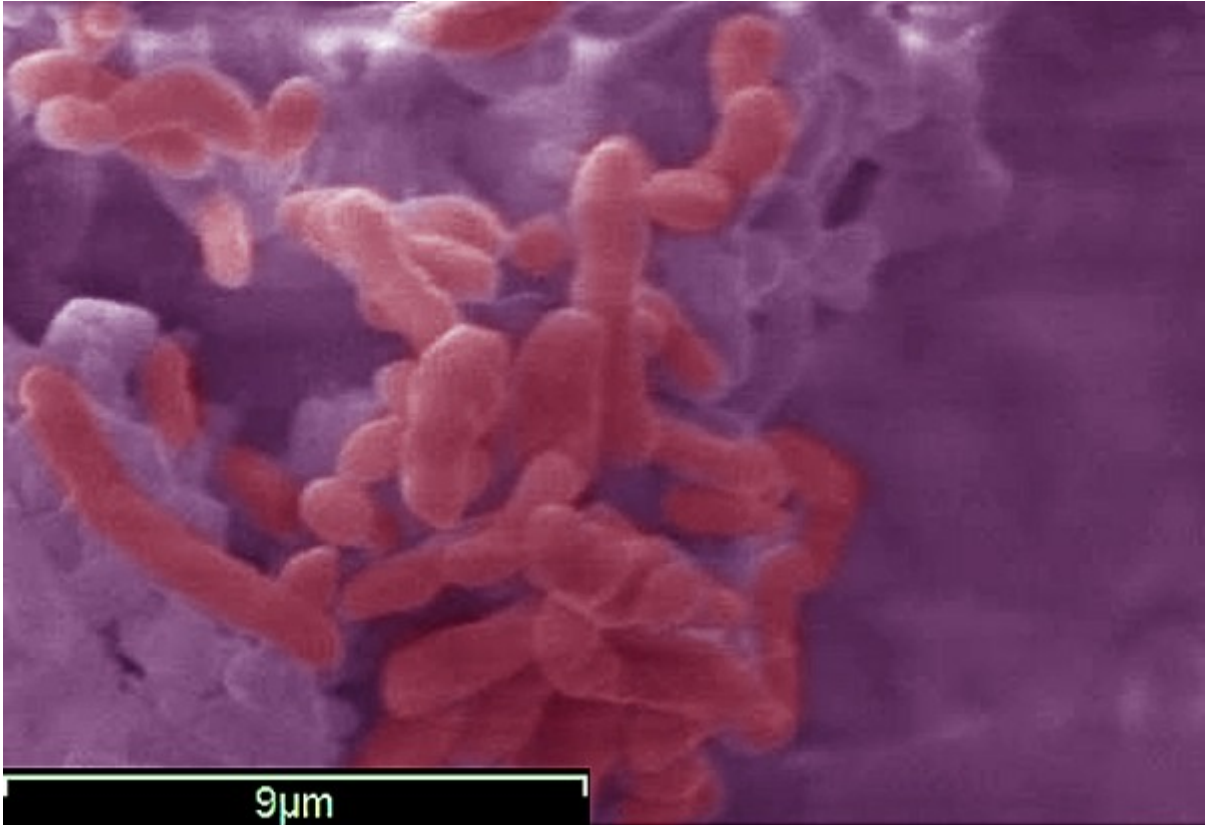
-¿que la cebolla produce minerales? ivenga ya! tu manía con la mineralogía esta yendo demasiado lejos... - Que si, que si...mira:

En rasgos generales, un **biomineral** es una fase cristalina mineral formada por un organismo vivo. Y, obviamente, la biomineralización es el proceso por el que un organismo vivo forma una sustancia mineral, que puede ser una sal inorgánica o de un ácido orgánico. Aclaremos entonces que aquí el término “mineral” hace referencia a especie mineral, no como sinónimo de “inorgánico”.

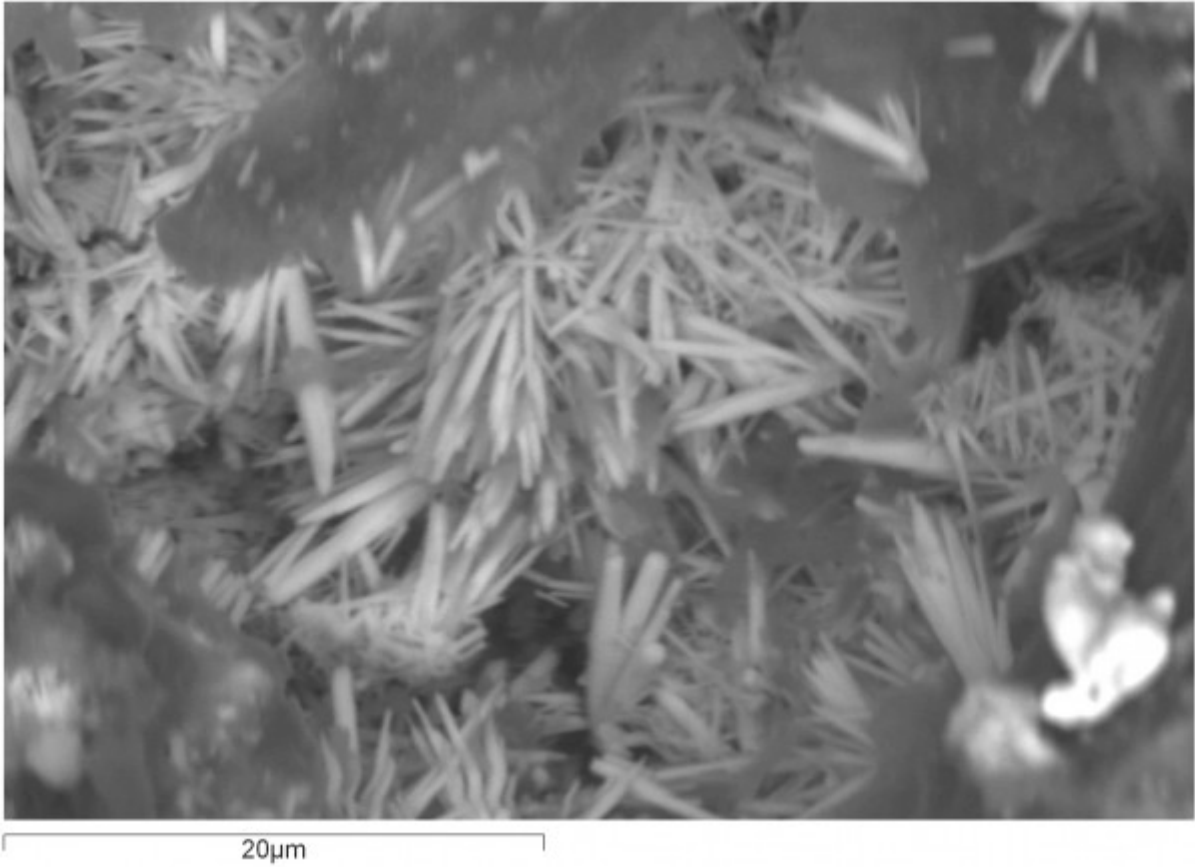
Hay un término relacionado, que es el de organomineralización, en la que un “molde” orgánico, normalmente de procedencia biológica, sirve de patrón para la formación de un mineral. Así, biomineralización y organomineralización son términos que se solapan a veces.

El término **biomineralización** es relativamente nuevo (tendrá unos 20 o 30 años), aunque la formación de minerales mediada por organismos se conoce desde antiguo: Nuestros huesos y dientes son ejemplos de biomineralizaciones y pronto se identificaron otros muchos ejemplos. Así que al principio se llamaba “calcificaciones” a la formación de biominerales por diversos organismos, en la creencia de que siempre eran minerales de calcio (calcita/aragonito). Un ejemplo vivo de biomineralización que se da en nosotros diariamente es la formación del sarro dental. Esta pesadilla, fuente de ganancia para dentistas, es meramente la formación de aragonito debida a las bacterias de los dientes.

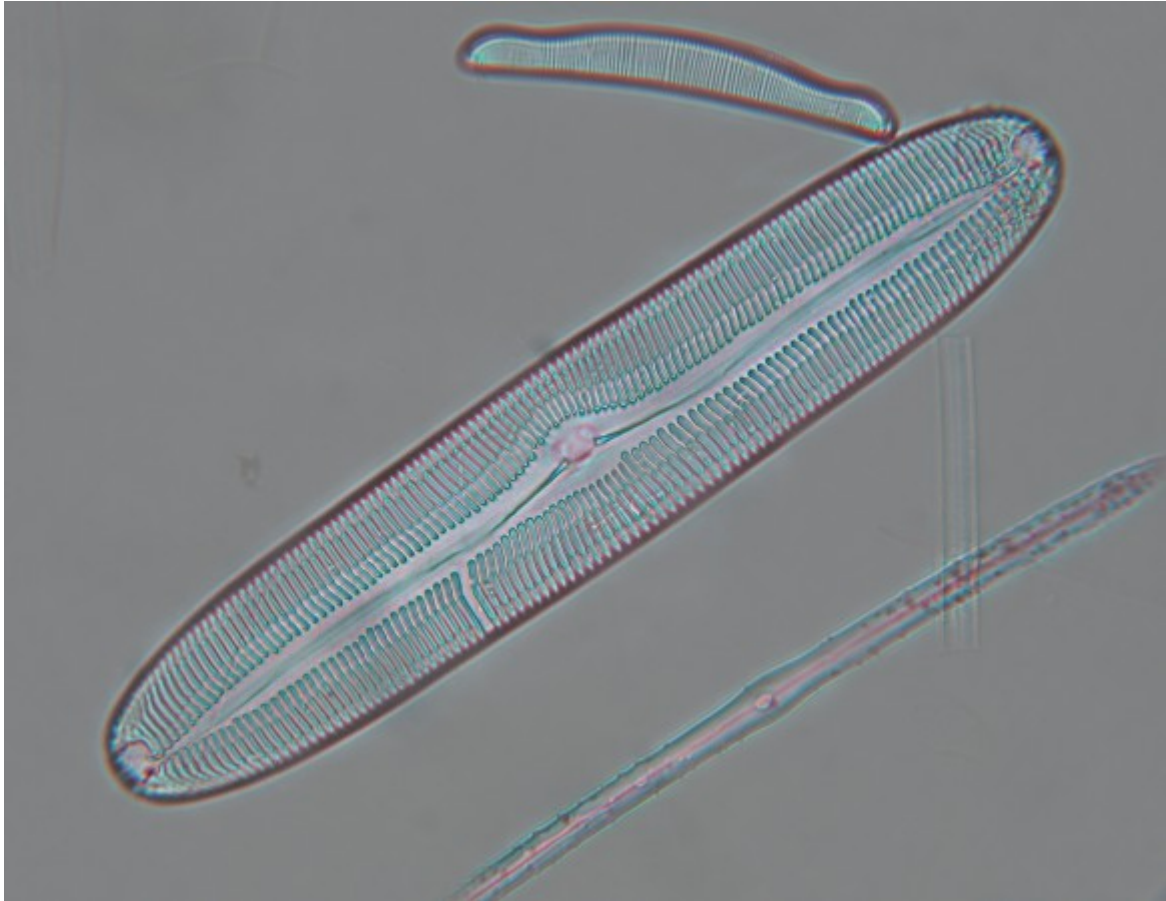
Sin embargo, con el tiempo se han ido viendo mas y mas ejemplos de biomineralización y en los últimos años comenzamos a ser conscientes de que la importancia de la cristalización mediada por organismos es mucho mayor de lo esperable, estando implicada en la formación de rocas y numerosos minerales de las más diversas composiciones, desde sulfuros a óxidos, fosfatos, vanadatos, silicatos o incluso elementos nativos. Aun muchos mineralogistas, tanto profesionales como aficionados, siguen subestimando el papel de la biología en la formación de muchos minerales. Sin embargo procesos de nucleación mediados por bacterias estan implicados en la formación de piromorfita, por ejemplo, entre otros conocidos fosfatos.



Un ejemplo de biomineralización: bacterias “encapsuladas” en galena generada por ellas mismas. Mina “Las Cruces” (Sevilla)



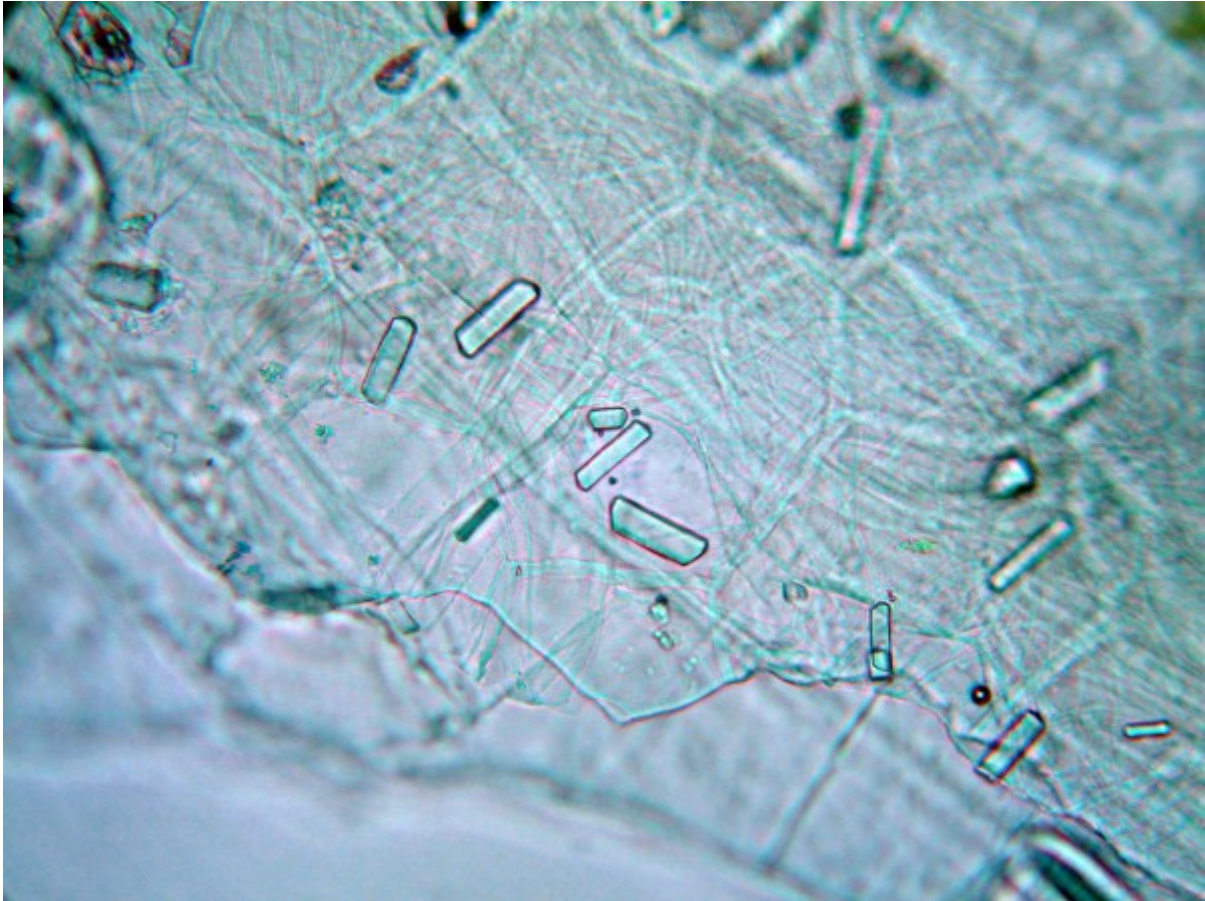
Biomineralización de piromorfita (fosfato de plomo) generada por biofilms bacterianos en una vieja tubería de plomo.



Otro bonito ejemplo de biomineralización: el esqueleto silíceo de las algas diatomeas, aquí visto en una preparación del siglo XIX

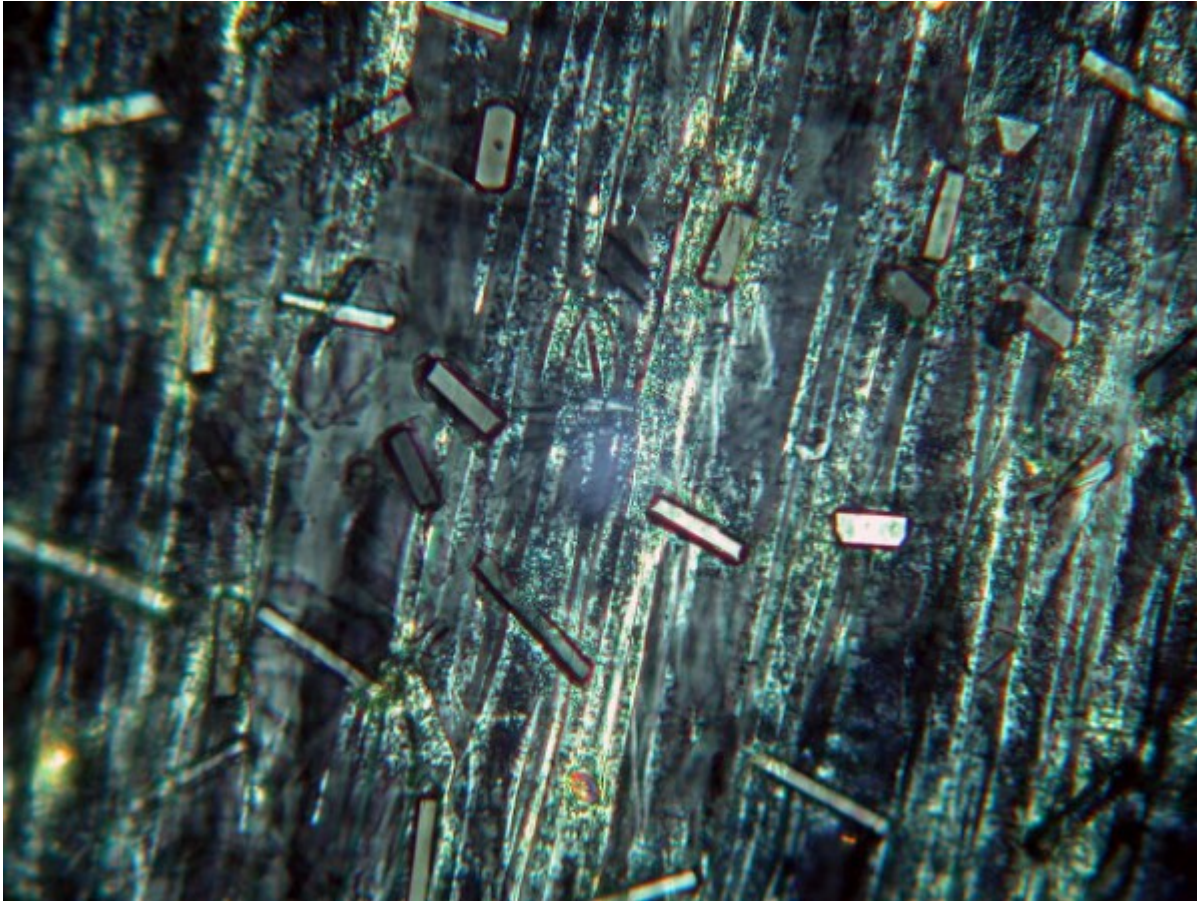
Aparte de en nosotros mismos o los ejemplos mas científicos, en casa podemos observar un sencillo ejemplo de organismo vivo que produce una biomineralización: la **cebolla** (*Allium cepa*). Para ello tan sólo necesitamos un fragmento de la capa mas interna de la piel externa, seca, de una cebolla y la epidermis fresca inmediatamente inferior a ella. Tambien necesitaremos un microscopio biológico sencillo y si tiene polarizador, mejor que mejor. La cebolla es el “parvulario” de los microscopistas: sus finas capas permiten una visión directa de las células y es muy facil de manejar. Asi que también nos sirve para ver una biomineralización en su esplendor.

Veamos la capa externa seca. Simplemente, ponemos un fragmento pequeño en un portaobjetos, lo cubrimos con unas gotas de agua con 40% glicerol (opcional) y un poco de fairy (que ayuda a impregnar el material y a “transparentarlo”) y lo tapamos con un cubreobjetos. Lo observamos al microscopio y veremos ésto:



Observación con objetivo 40x.

Vemos, dispersos en el tejido de la piel externa, muchos cristales monoclinicos del mineral [whewellita](#), oxalato de calcio monohidratado. Son muy abundantes en la piel externa de la cebolla. Observándolos con luz polarizada:



Algunos cristales se ven oscuros y otros claros. Esto es debido a que los cristales son **ópticamente activos**, existiendo cristales dextrógiros o levógiros, según la dirección en la que giren el plano de la luz polarizada. Así, algunos dejan pasar la luz, viéndose claros, y otros la desvían, viéndose oscuros. Esta propiedad, relacionada con la **quiralidad** es sumamente importante.

¿por que hay tanto oxalato de calcio en la cebolla?

Los oxalatos de calcio whewellita y **weddellita** constituyen la principal biomineralización en plantas superiores. Se pueden encontrar en mayor o menor medida en prácticamente todas las angiospermas y tiene tres funciones bien establecidas:

- Defensa de la planta frente a los depredadores
- Regulación del metabolismo del calcio (al igual que nuestros huesos)
- Detoxificación de metales pesados: los oxalatos de metales pesados como el plomo son insolubles y la planta los gestiona incluyéndolos en estos cristales para evitar daños.

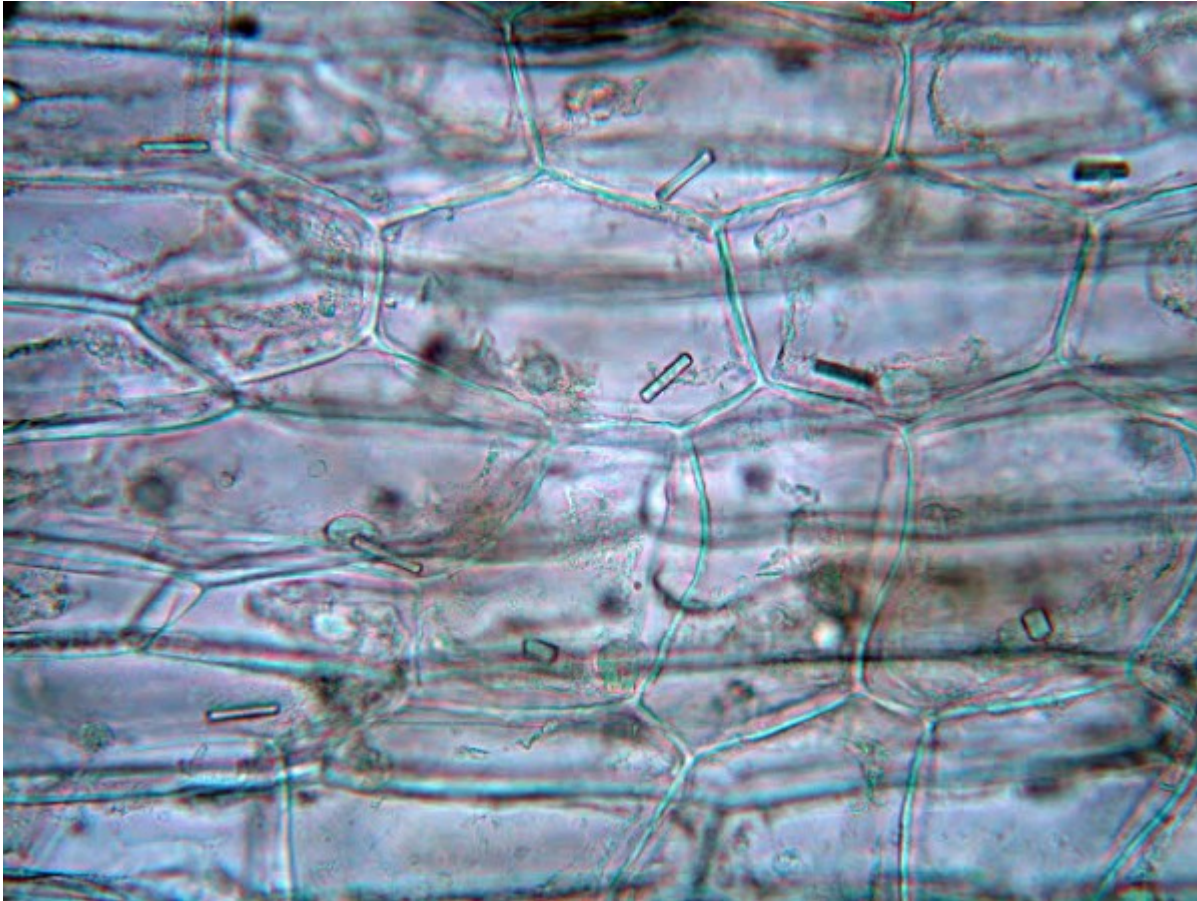
La primera de las funciones es importante para nosotros: el oxalato de calcio en alimentos vegetales es

una toxina para nosotros (ver p. ej. Franceschi y Nakata, ann. rev. plant biol. 2005) . Es uno de los responsables de que comer demasiadas plantas verdes nos sienta mal, en especial algunos tipos.

Además se ha demostrado que el oxalato ingerido se elimina por la orina y se ha correlacionado con la formación de cálculos renales. Y la principal fuente de oxalato en la alimentación son los vegetales...

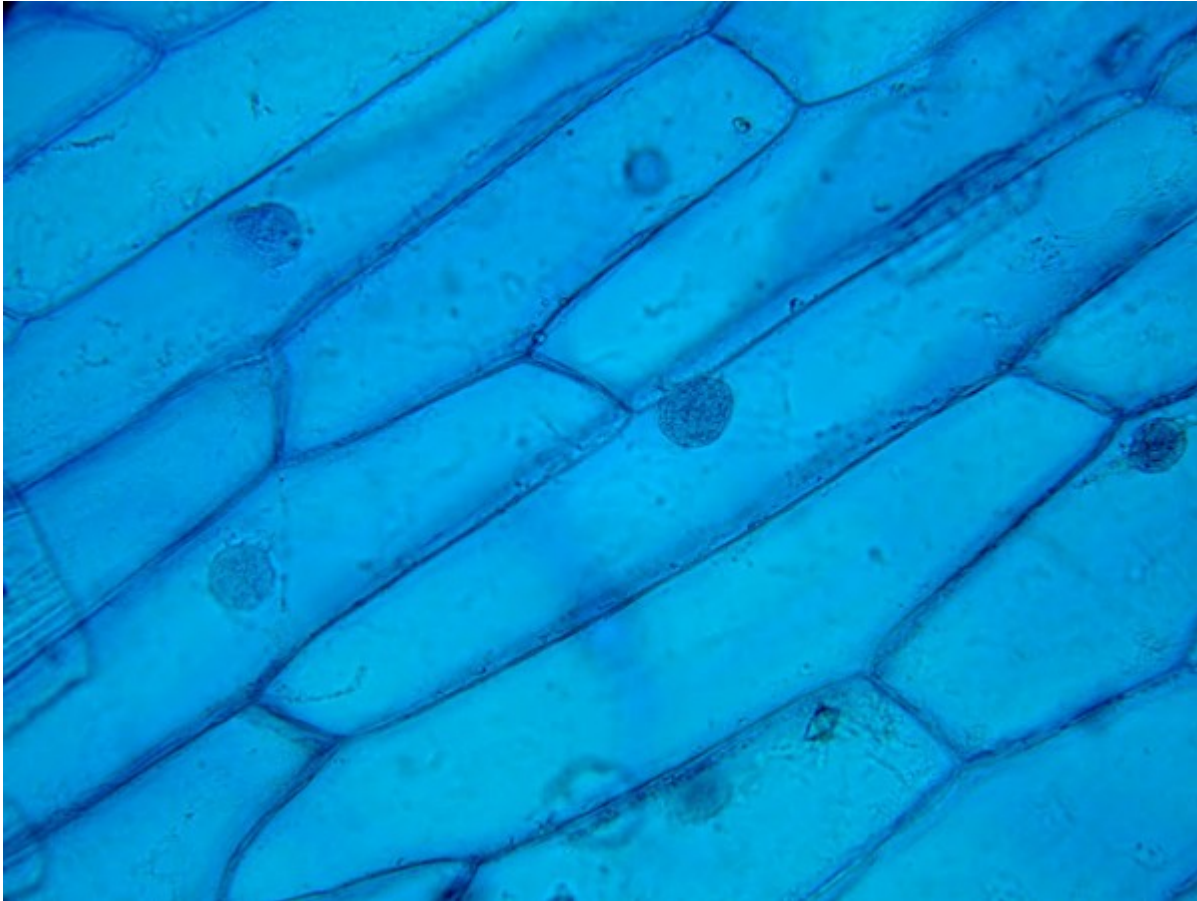
El oxalato no sólo constituye una defensa pasiva como en el caso de nuestra cebolla. También puede ser una defensa activa: muchas plantas tienen en sus epidermis unas células especializadas o idioblastos, que contienen agua a presión y un gran cristal de oxalato de calcio, normalmente en forma de aguja, llamado *rafidio*. Cuando un herbívoro o una persona contacta con la hoja, los idioblastos liberan por presión el cristal, que se clava en el "agresor", provocando una reacción de escozor o irritación. Algunas plantas van más allá y utilizan ese cristal como aguijón: hacen crecer el cristal de modo que queda un canal central por el que se insufla una sustancia muy irritante contenida en el idioblasto. Esta es una de las causas de la irritación provocada por el contacto con diversas plantas.

Volvamos a nuestra humilde cebolla: con una piel externa completamente llena de oxalato, adquiere una buena defensa contra atacantes, ya que, por ejemplo, los insectos no pueden atravesar la capa externa de la cebolla sin masticar los cristales que contiene, lo que les produciría daños muy graves. Si miramos la capa fresca inmediatamente inferior a la cubierta externa, vemos que los cristales también se forman en abundancia:

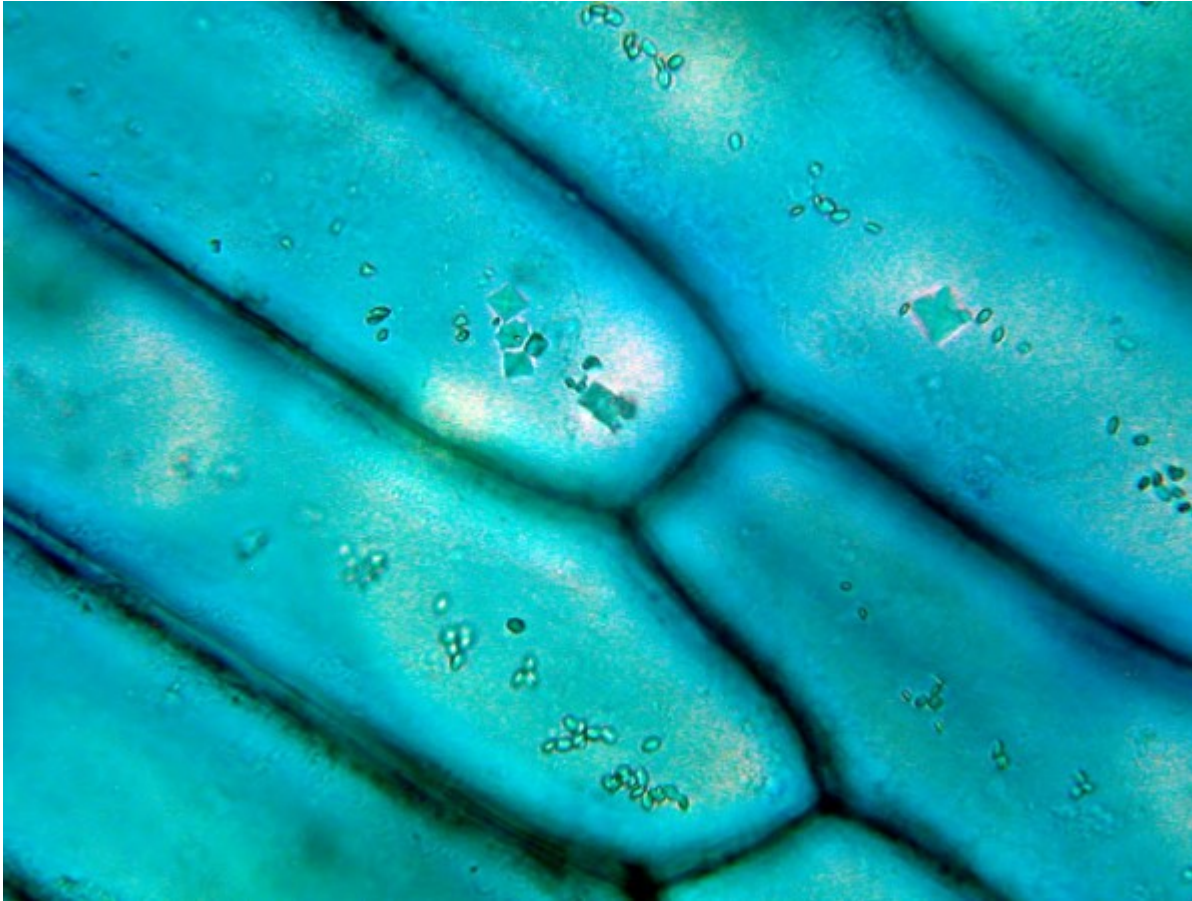


Se ven bien los cristales de oxalato y las paredes celulares. La preparación fué muy rudimentaria, por lo que se ven superpuestas sobre las capas celulares inferiores. Dentro de las células en la capa superior se distinguen claramente los cristales de whewellita. Por ello, cuando pelemos una cebolla para usarla en la cocina debemos quitar la capa externa seca y también la capa fresca inmediatamente inferior. Así disminuimos nuestra ingesta de oxalato.

Si observamos las células del interior de la cebolla, ya no se observan cristales visibles:



Aquí, además, se observan ya células vivas, nucleadas (tinción suave con azul de metileno y observación con objetivo 40x). Tan solo ocasionalmente se observan algunos cristales de weddellita (oxalato de calcio di hidratado) de tamaño muy pequeño y que ya carecen de vocación defensiva:



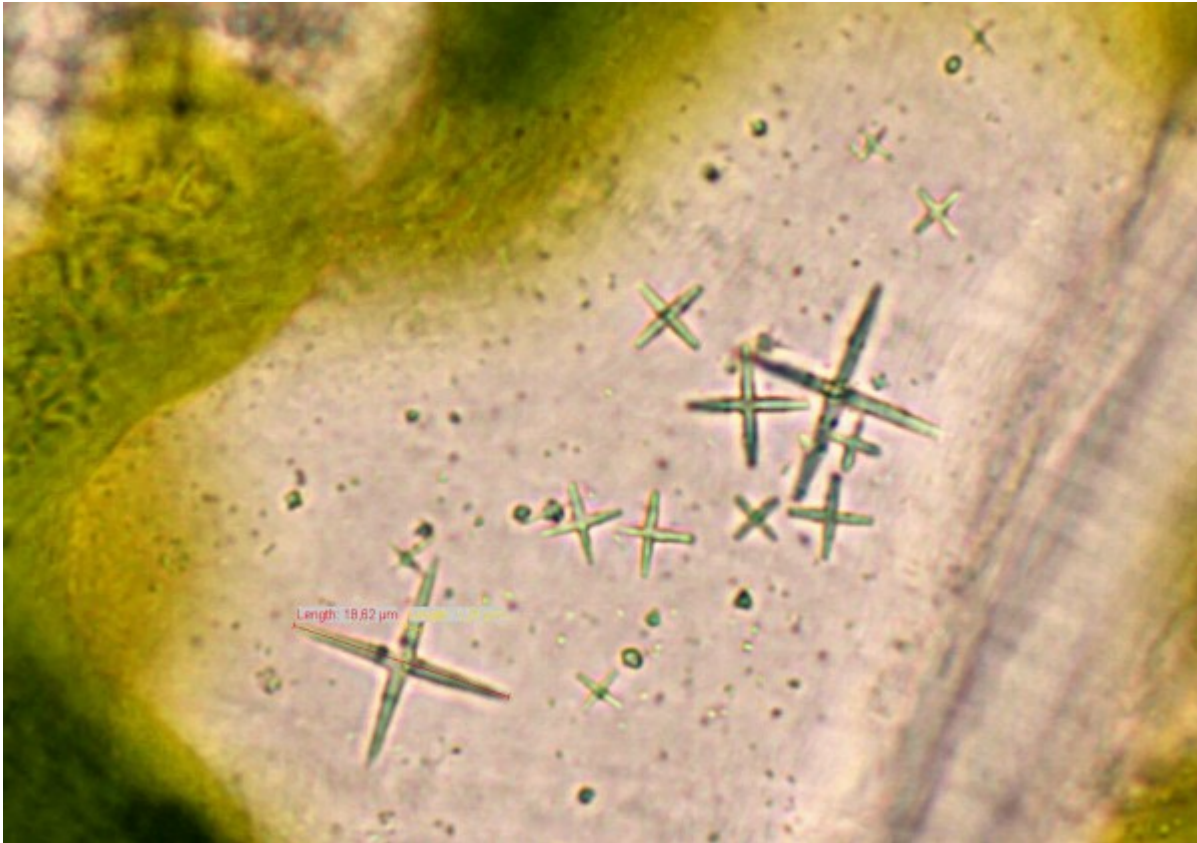
Los cristales tienen esa forma de “cuadrado” con las diagonales marcadas. La formación de una de las dos especies no es casual, esta regulada. La formación de whewellita o weddellita depende de la morfología que la planta “quiera” dar a los cristales. Estos cristales probablemente, en este caso, tengan una función reguladora de calcio. Si hay demasiado calcio, forma los cristales, de los cuales puede luego tirar en caso de necesidad.

Este mismo tipo de mineral se puede encontrar también en el sedimento de la orina humana, donde forma cristales de este mismo hábito. Si la cantidad de oxalato crece, estos cristalitos, que actúan como núcleo de cristalización, pueden hacerse más grandes o formar agregados que pueden quedar atrapados en el riñón y empezar a crecer, formando un cálculo renal.

La formación de cristales de minerales, como veis, se puede observar en prácticamente todos los seres vivos, desde los procariontes a los mamíferos. Estos biominerales tienen una enorme importancia geológica: enormes macizos de caliza están formados por biomineralizaciones de antiguos microorganismos marinos. También, algunos yacimientos de minerales metálicos tienen su origen en las biomineralizaciones. Y es que los organismos vivos no son simples huéspedes del medio geológico, sino que lo moldean y transforman.

Una vez que tengáis soltura con el microscopio y la cebolla, podéis probar a buscar más

biominerales en otros organismos. Por ejemplo, en cianobacterias, como en el caso de ésta imagen que me envía Manuel Tapia, un lector de espiadellabo y aficionado a la microscopía:



En ella se observan mineralizaciones de carbonato cálcico, probablemente aragonito, que se forman en el interior de las células. La acumulación y transformación de ingentes cantidades de carbonato generada por organismos microscópicos como éste ha dado lugar a muchos de nuestros paisajes y ha contribuido a la evolución, reduciendo enormemente la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera terrestre.

Esta entrada participa en el XLV Carnaval de Química alojado en el blog [conCIENCIate](#) ahora de [@honey_eyes1405](#).



Edición
Rodio (Rh)



XLV Carnaval
de Química