

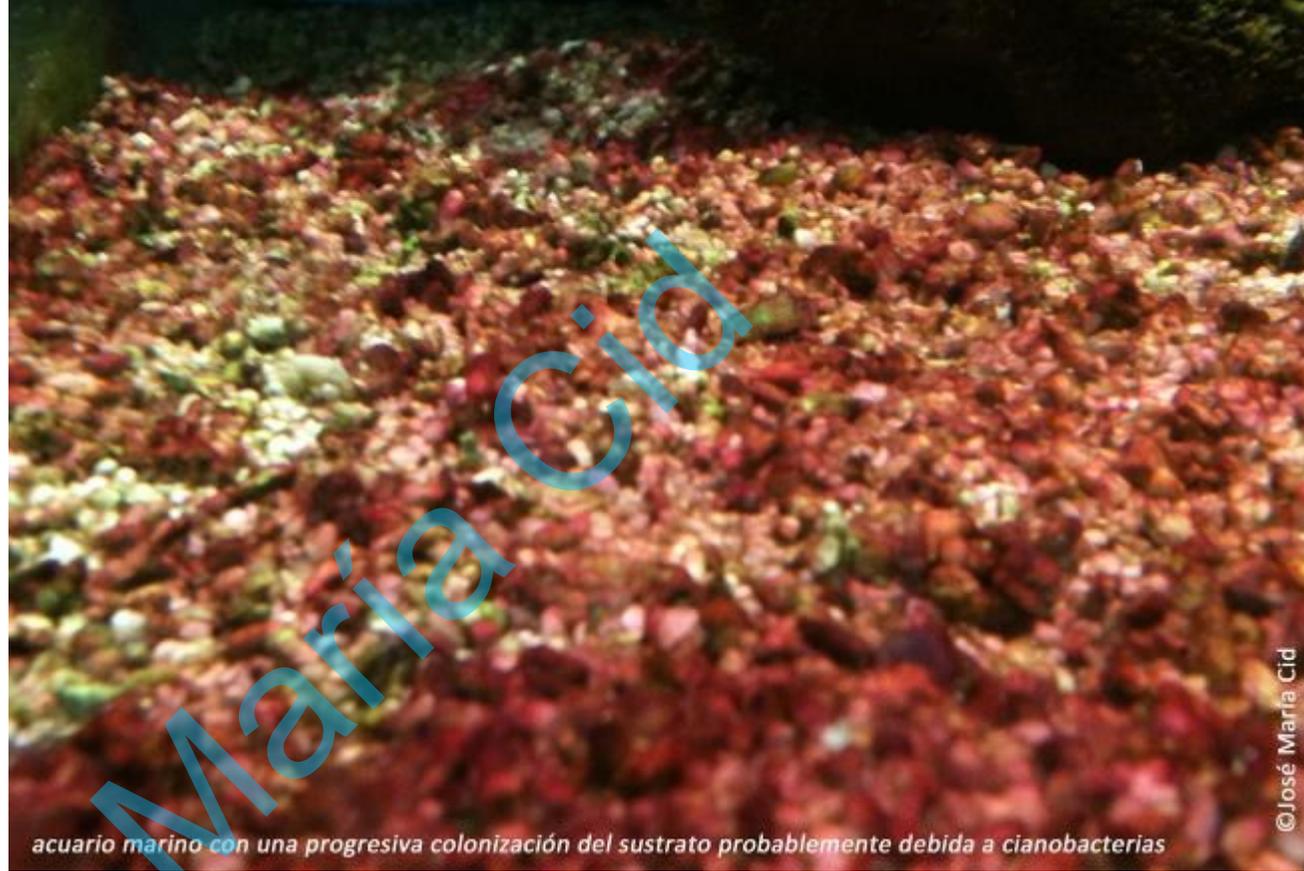
## Cianobacterias, frecuentes en el acuario pero poco conocidas

Texto y fotografías: *José María Cid Ruiz*

Cuando se descubrió la distinción entre célula procariota (célula sin núcleo) y eucariota (célula con núcleo), se constató que los organismos actualmente denominados “cianobacterias” no eran verdaderas algas. Las cianobacterias, son en realidad los únicos organismos procariontes capaces de realizar fotosíntesis oxigénica<sup>1</sup>.

### Principales características de las cianobacterias

Las cianobacterias (mal denominadas como algas “verde- azuladas”) son organismos unicelulares, capaces de realizar fotosíntesis y por tanto sintetizar sus propios alimentos (organismos autótrofos). Al igual que las algas verdaderas, poseen clorofila y también un conjunto de pigmentos secundarios: ficocianina, aloficocianina (pigmento azul) y ficoeritrina (pigmento rojo). Estos últimos pigmentos, tienen la función de captar energía lumínica que es posteriormente absorbida por la clorofila-a. Todos estos compuestos fotosintéticos no están encerrados en membranas a manera de cloroplastos (como en las algas verdaderas), sino que están libres en el protoplasma celular. Las cianobacterias presentan pared celular rodeada por una capa mucilaginososa (viscosa) compuesta por ácidos pectínicos y mucopolisacáridos. El protoplasma de las cianobacterias presenta entre otros orgánulos: ribosomas, vacuolas, gránulos de poliglucanos y gránulos de cianoficina. Los diferentes estudios genéticos realizados con este grupo, han determinado que se trata de bacterias tipo Gram-negativo.



acuario marino con una progresiva colonización del sustrato probablemente debida a cianobacterias

Muchas especies de cianobacterias presentan un metabolismo mixto. No solo son capaces de generar compuestos orgánicos mediante fotosíntesis, también pueden fijar el nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) disuelto en el agua, mediante una enzima que rompe la molécula del gas nitrógeno y forma amonio ( $NH_4^+$ ), el cual es ya directamente metabolizado como alimento. Ambos procesos son incompatibles simultáneamente (la enzima utilizada en la fijación del nitrógeno se inhibe en presencia de oxígeno), por ello las cianobacterias realizan fotosíntesis durante el día y fijación de nitrógeno por la noche.

Las cianobacterias han jugado un papel primordial en como la vida evolucionó en la tierra, dado que pertenecen al grupo de organismos vivos primigenios, responsables de la presencia masiva de oxígeno en la atmosfera terrestre.

## Las cianobacterias en el acuario

Un organismo que para sobrevivir le basta de día algo de luz y que de noche dispone del nitrógeno que el aire contiene (en realidad del nitrógeno disuelto en el agua) para seguir alimentándose, no parece que necesite mucha ayuda adicional para establecerse en un medio acuático como es un acuario de agua dulce o marino. De hecho casi siempre están presentes aunque no las detectemos a simple vista. El problema sobreviene, cuando en el acuario se produce un desequilibrio significativo por exceso de energía: química (exceso de carbono orgánico, nitratos, fosfatos, silicatos, principalmente) y/o lumínica (exceso de radiación luminosa).

En los acuarios marinos por ejemplo, en un proceso natural de “maduración”, observaríamos como algunas superficies y sobre todo el sustrato del fondo se ve moderadamente colonizado por una suave mono-capa de algas parduzcas, debida a la inicial colonización del mismo por diatomeas<sup>2</sup> (estas algas no presentan grandes requisitos en cuanto al nivel de radiación luminosa y aprovechan el silicio disponible para incorporarlo a su pared celular). En un acuario equilibrado, la situación se estabilizaría en pocas semanas. Por el contrario, si las fuentes de energía citadas anteriormente abundasen, una segunda oleada de cianobacterias (y posterior o simultáneamente otra de algas verdes filamentosas) se desarrollara. Las cianobacterias se fijan firmemente a prácticamente cualquier tipo de superficie dentro del acuario (incluyendo tejidos vivos). Allí crecen, se reproducen y generan polímeros extracelulares desde la célula a la superficie de fijación. Con el tiempo, van formando una estructura consistente a modo de micro-capa biológica (“biofilm”). Esta estructura es la “película tapizante” que estamos acostumbrados a ver sobre el sustrato, plantas o rocas de los acuarios polucionados y desequilibrados en su balance energético.



No siempre es fácil determinar que grupos o especies constituyen la “polución biológica” de un acuario. Con frecuencia bacterias, cianobacterias y algas “verdaderas” comparten la invasión y el complejo tapiz que puede cubrir la arena del fondo, las rocas del sustrato, el tejido de corales y esponjas e incluso colonizar el cuerpo de peces como los caballitos de mar (*Hippocampus sp.*). Como criterio general no riguroso, se puede considerar que las capas tapizantes viscosas de tonalidades rojizas, parduzcas o negras corresponden a cianobacterias (si bien una misma especie puede presentar apariencias distintas bajo espectros de iluminación diferentes o nutrientes diversos), mientras que las formaciones verdosas con aspecto arborescente suelen corresponder a invasiones de algas filamentosas, donde son frecuentes las especies *Debersia sp.* y *Bryopsis plumosa*, las cuales a su vez no son fáciles de diferenciar de las cianobacterias del género *Lyngbya*.

También puede constituirse (en presencia de silicio en exceso) un tapiz de verdaderas algas diatomeas que sustituyen y “entierran” una primera colonización de cianobacterias. A veces el escenario se complica aún más, cuando junto a cianobacterias y diatomeas, se confirma bajo microscopio la presencia masiva en el agua del acuario de algas pelágicas (dinoflagelados). Esta son más difíciles de combatir que los anteriores grupos dado que no precisan para subsistir ni del nitrógeno ni del fósforo. Les basta con el  $\text{carbonato cálcico}$  del agua marina!.

### ¿Cómo controlar su expansión masiva en el acuario?

La primera pregunta sería: ¿cómo controlar el “que”??. Como vimos en el apartado anterior no siempre es fácil saber a qué nos enfrentamos y no siempre la colonización corresponde a un solo grupo de organismos. A la hora de establecer planes para hacer frente a una colonización masiva, conviene saber si nos enfrentamos a una “planta”, una “bacteria”, un “dinoflagelado” o a varios de ellos simultáneamente. Una buena forma de iniciar el diagnóstico es indagar cual es la fuente de energía descontrolada. Por ejemplo, si encontramos los silicatos elevados (niveles de  $\geq 0,2$  mg/l ya pueden desencadenar colonizaciones masivas) podemos sospechar que nos enfrentamos a una colonización de diatomeas. Aunque en este caso, conviene no solo medir el nivel del agua del acuario sino medir la calidad del agua dulce utilizada (las diatomeas incorporan el silicio disponible en el agua del acuario con suma rapidez y en ocasiones los niveles allí no son alarmantes pero sí en el agua dulce utilizada en reponer la evaporada o en las propias sales marinas utilizadas para hacer agua de mar).



primeros brotes de cianobacterias en el relieve de un acuario marino

Veamos ahora, algunas acciones encaminadas al control de este tipo de “plagas” en el acuario:

Eliminar las zonas propensas a ser fácilmente colonizadas, modificando sus condiciones. En general, se observa que las áreas del acuario con nula o débil corriente de agua acumulan detritus y son los puntos de anclaje de la colonización, en especial si son zonas muy expuestas a la fuerte iluminación del acuario. Generar corrientes de agua moderadas por todos los rincones donde habitualmente se acumulan restos orgánicos dificultará significativamente la fijación de las primeras colonias en la zona.

Si las plagas se producen recurrentemente en el acuario, y este dispone de un sistema de filtración-depuración de calidad razonable, es conveniente replantearse una reducción tanto del número de especímenes mantenidos (biomasa) como de las cantidades y calidades de la alimentación suministrada y observar si el acuario se estabiliza y equilibra en unos niveles energéticos más bajos.

Pocas medidas resultan más eficaces en el control de la “polución biológica” del acuario, que un protocolo de mantenimiento que contemple frecuentes renovaciones parciales de agua. En los acuarios marinos es recomendable entre un 15 y un 20% semanal, que en el caso de los acuarios dulceacuícolas puede ser entre un 30 y un 50%, dependiendo del nivel de biomasa mantenido.

Si no se tiene intención de limpiar de dos a tres veces por semana los filtros mecánicos, no los pongamos. Lo contrario es acumular detritus orgánico justo en una zona de alto flujo de agua bien oxigenada y por tanto potenciar la nitrificación al máximo. El mismo argumento de base, sirve para recomendar que se haga el mayor esfuerzo posible en la adquisición del mejor “Skimer” y disponer de una buena filtración química anti-fosfatos.

En cuanto a la gestión de la plaga mediante la iluminación, si se trata de cianobacterias, un pensamiento útil es recordar que la especie “invasora” no es una planta y que incluso puede preferir zonas de colonización que no sean las más intensamente iluminadas. Sin embargo, está demostrada su afinidad por la zona del espectro rojo-anaranjado, es decir las longitudes de onda más largas del espectro visible. Ello nos debería llevar a tomar dos medidas: por un lado utilizar lámparas que la energía radiada se concentre más hacia el espectro “azul” ( $\lambda$  entre 450 y 300 nm), lo que se correspondería con lámparas caracterizadas por una temperatura de color de 8000 a 10000K (en acuarios de agua dulce, nunca por debajo de 6000K). Por otro lado, no amortizar en exceso estas lámparas demorando demasiado su sustitución por otras nuevas, dado que algunas tecnologías (fluorescentes especialmente) al envejecer la lámpara su espectro radiado se desplaza hacia el rojo.

Cianobacterias, frecuentes en el acuario pero poco conocidas



cianobacterias y algas colonizan todo tipo de superficies, incluidas tejidos vivos

En todos los tipos de plaga, una buena opción es siempre la eliminación física de las colonias, siempre que se tenga presente que “eliminar” no es “remover”. Se trata pues de atrapar y extraer fuera del acuario con rapidez porciones de la capa tapizante, no de agitarla y transportarla a la columna de agua circulante, pues en este caso solo haremos que favorecer la contaminación de nuevas áreas del acuario.

En el caso de una invasión de algas pelágicas (dinoflagelados), donde la reducción drástica de nitratos y fosfatos, como ya se refirió, no resuelve el problema, el uso de lámparas UV-C y ozonizadores son las opciones más recomendables.

En el caso de algas bentónicas, la mayoría de alguicidas suelen utilizar como principios activos el cobre o el permanganato potásico.

El uso de antibióticos, en el caso de las cianobacterias (dada su condición de bacterias tipo gram-negativo) se sabe que puede resultar eficaz, pero comporta el peligro de que una dosis no suficientemente alta genere una cepa resistente a los mismos y además, los antibióticos recomendables son de amplio espectro y también eliminarán los lechos de bacterias nitrificantes (*Nitrobacter* y *Nitrosomonas*) de nuestro acuario.

Eritromicina y Tetraciclina son los antibióticos más frecuentemente utilizados en estos casos. Suministrar una única dosis de 200mg/40l y transcurridos dos días proceder a cambiar al menos el 50% del agua del acuario. Otros tratamientos alternativos descritos en la bibliografía utilizan peróxido de hidrogeno (al 3%) en dosis de 40g/50l.

En general se observa que las cianobacterias tienen un comportamiento en el acuario, que podríamos describir como una “histéresis vital” en relación a la fuente de energía (alimento) que las hizo aparecer, en el sentido de que una vez bien establecidas, aunque el “estimulo” desaparezca (se elimine casi por completo la fuente de alimento), ellas permanecerán vivas incluso su colonia podrá crecer. Ante este panorama algo inquietante una conclusión final parece poder extraerse: en materia de cianobacterias, “mejor prevenir que curar”. ©

*Para más información o contactar con el autor: [www.aquaticnotes.com](http://www.aquaticnotes.com)*

#### **Notas:**

**Nota1:** La fotosíntesis oxigénica es el tipo de fotosíntesis más generalizado en la naturaleza. En esta modalidad el agua actúa como el donante primario de electrones, liberando oxígeno (O<sub>2</sub>). Existen otros organismos fotosintéticos entre las bacterias y las arqueobacterias pero desarrollan otras modalidades de fotosíntesis, en las que el compuesto donante de electrones, es el sulfuro o el hidrógeno en vez del agua.

**Nota2:** Algunos autores (Stock & Ward, 1989), encontraron que en realidad son bacterias los primeros colonizadores del sustrato seguidas rápidamente por la aparición de una mono-capa de diatomeas. La colonización culmina con la aparición de algas verdes filamentosas acopladas al entramado de bacterias, cianobacterias y diatomeas.

#### **Trabajos citados**

- Welsh,DT (1994), “Microbial Mats: structure, development..”, NATO Series G,E. Sciences VOI 35
- Nielsen LP et al (1994), “Denitrification, nitrification, and nitrogen assimilation in photosynthetic microbial mats”, LJP Caumette (eds)
- Gamble S. (2002), “Algae Curse: a new view”, F.A.M.A magazine 2002-07