

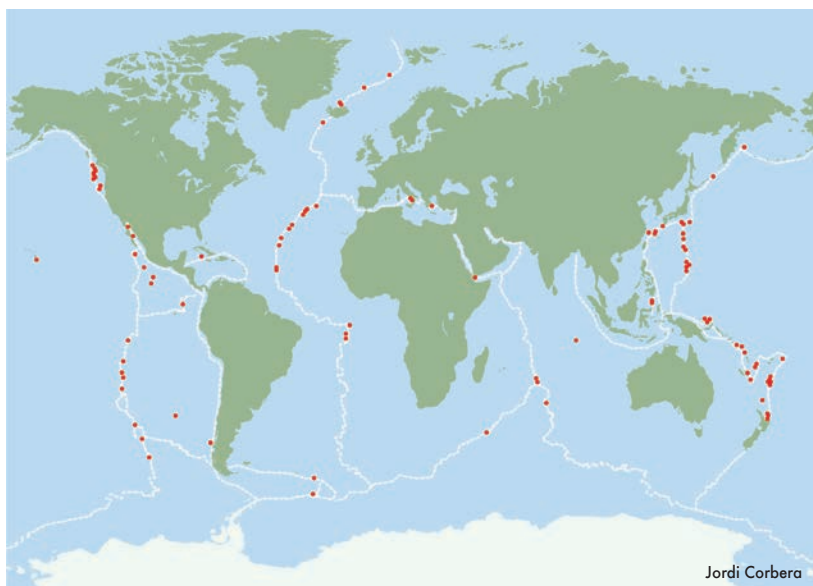
### Fuentes hidrotermales submarinas

En las profundidades oceánicas, a más de 2000 metros, se abren unas grietas en la superficie del planeta por las que mana agua de mar muy caliente y rica en minerales. Son las fuentes hidrotermales, alrededor de las cuales se hospedan comunidades muy particulares de organismos que se alimentan de las sustancias químicas disueltas en estos fluidos. Estos «respiraderos» oceánicos surgen cerca de dorsales oceánicas y rifts, donde se crea y expande la nueva corteza oceánica, y el magma del manto terrestre fluye cerca de la superficie. El agua de mar se cuela entre las fisuras del suelo en expansión y se calienta cuando entra en contacto con la roca caliente del manto, que puede llegar a los 1200 °C. Debido a las altas presiones que hay a esa profundidad, el agua no hierva, pero el calor que genera disuelve los minerales de las rocas que alcanza a su paso. Cuando emerge por las chimeneas, esa agua sobrecalentada (alcanza los 400 °C) se enfría rápidamente al entrar en contacto con el agua de mar circundante, fría y oxigenada; y los metales y sulfhídricos disueltos que contiene precipitan, formando grandes nubes de humo. Por ello, comúnmente se denominan *fumarolas*.



**Fig. 1.** Las fuentes hidrotermales submarinas se hallan a grandes profundidades, en la llamada *zona afótica*, que es la zona oscura del océano.

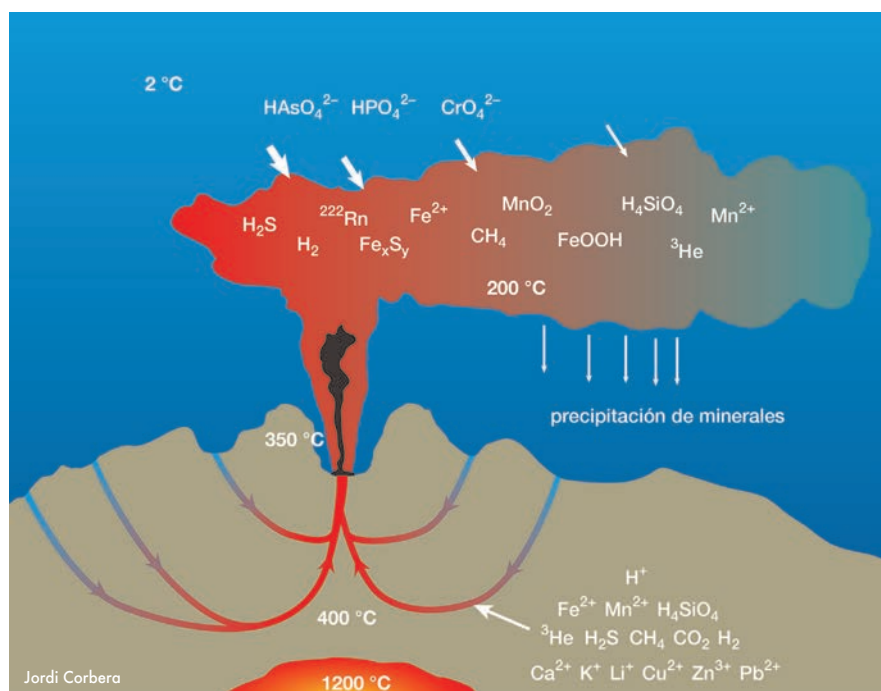
Las chimeneas hidrotermales que descubrió en 1977 un grupo de científicos desde el sumergible *Alvin* en la dorsal de Galápagos, en el océano Pacífico, emitían humo negro. Más tarde, cerca de dorsales centro-oceánicas, se observaron otras que eran distintas: sus emisiones eran de humo blanco, más frías y brotaban más despacio de conductos más cortos; por ello las denominaron *humeros blancos*.



**Fig. 2.** En este mapa se indican las fuentes hidrotermales submarinas conocidas; se observa cómo coinciden con lugares de márgenes de placas litosféricas, como, por ejemplo, a lo largo de la dorsal mesoatlántica.

El color del humo que emiten las chimeneas hidrotermales depende de las partículas y minerales que lo componen. El color negro deriva, sobre todo, de compuestos de hierro y sulfuro, que, combinados, forman sulfuros metálicos, de color negro. Las nubes blancas, en cambio, contienen a menudo bario, calcio y sílice, compuestos blanquecinos. Las partículas se van depositando en el fondo, formando chimeneas que a menudo alcanzan decenas de metros de altura. Hoy en día se conocen más de cien fuentes hidrotermales en las dorsales de los diferentes océanos.

**Fig. 3.** En las fuentes hidrotermales, el agua sale muy caliente y cargada de sustancias del interior de la Tierra; muchas de estas sustancias precipitarán en las inmediaciones de las fuentes y, con ello, formarán humos.

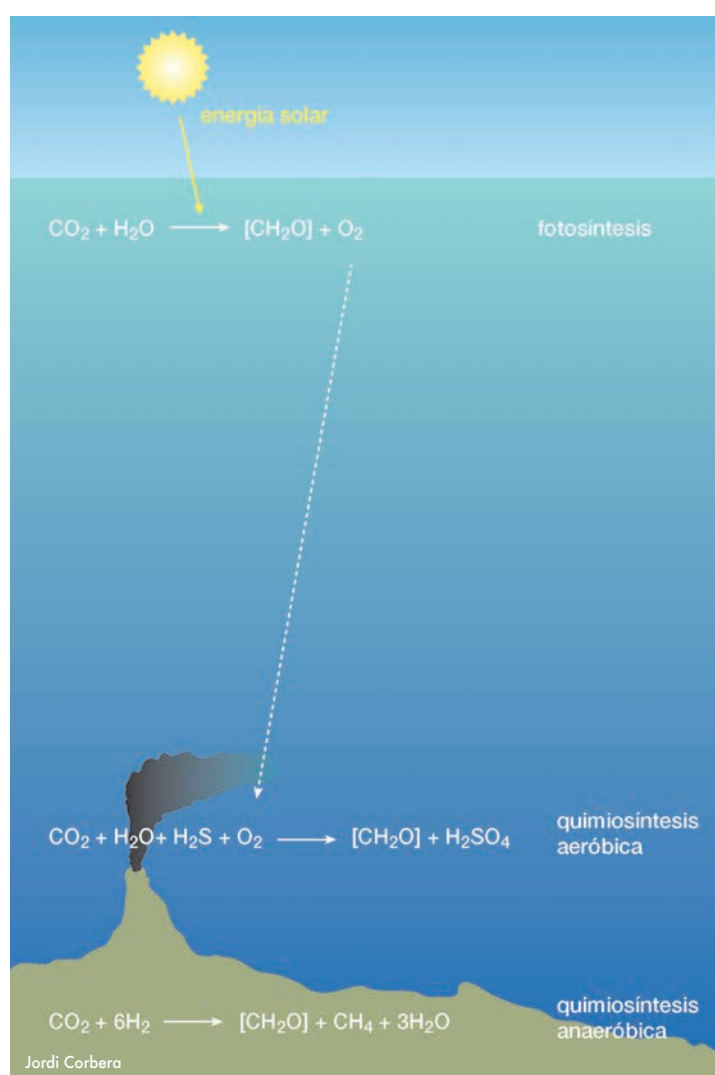


Vivir en un ambiente tan particular requiere de considerables adaptaciones; por ello, alrededor de estas fuentes hidrotermales se establecen comunidades animales muy peculiares, las primeras conocidas que se desarrollan sin luz solar.

La base de esta cadena trófica la constituyen un tipo de bacterias y arqueas –grupo de microorganismos unicelulares muy abundantes en el océano– que son procariotas autótrofos capaces de aprovechar los minerales y sustancias

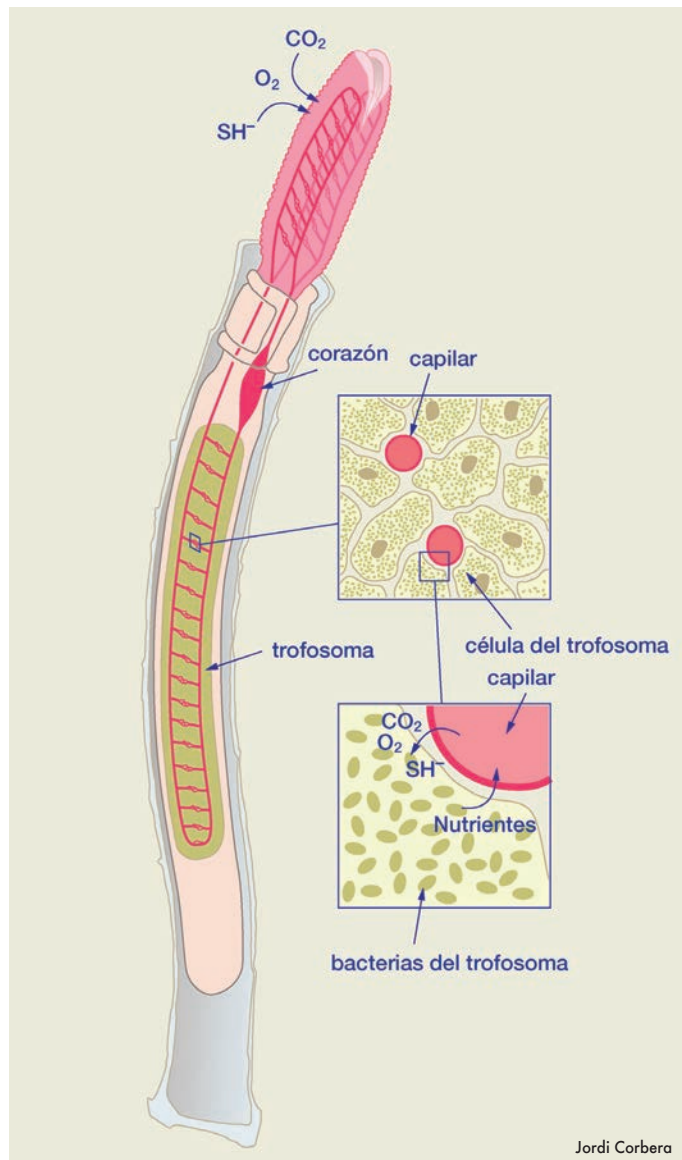
contenidos en el agua de las fuentes –compuestos inorgánicos altamente tóxicos para otros organismos– para producir materia orgánica; este proceso se denomina *quimiosíntesis*. De este modo, usan compuestos químicos para obtener energía, en vez de luz solar como la mayoría de los productores primarios fotosintéticos, y por ello se los conoce como *organismos quimiosintéticos*.

Algunos de estos microorganismos son extremófilos, pueden vivir a temperaturas superiores a los 110 °C, las temperaturas más altas conocidas hasta el momento en las que puede desarrollarse la vida. En las fuentes hidrotermales de agua caliente, estos microorganismos utilizan mayoritariamente el sulfuro de hidrógeno y minerales de sulfuro para sintetizar materia orgánica, pero se conocen otro tipo de fuentes, llamadas *respiraderos fríos*, en los que las bacterias y arqueas utilizan minerales de carbonato en lugar de minerales de sulfuro como fuente de energía. Las masas de bacterias sustentan a una gran cantidad de organismos que se alimentan de esta materia orgánica y que poseen adaptaciones para hacer frente a las altísimas temperaturas y a las sustancias tóxicas que manan de las chimeneas.



**Fig. 4.** Los productores primarios pueden ser fotosintéticos o quimiosintéticos. Los primeros usan la energía del Sol, y los segundos usan la energía de algunos compuestos químicos para producir materia orgánica. Si la quimiosíntesis se realiza en presencia de oxígeno, se dice que es *aeróbica*; y si el oxígeno no está presente, es *anaeróbica*. En las fuentes hidrotermales submarinas, los productores primarios realizan quimiosíntesis.

Un ejemplo de estos organismos son los gusanos tubícolas gigantes, las criaturas más grandes observadas en estos lugares (pueden llegar a medir 2,5 m); estos gusanos viven dentro de grandes tubos fijados al sustrato, y su supervivencia depende de las bacterias quimiosintéticas simbióticas que habitan en un órgano especializado que poseen en el interior de su cuerpo, llamado *trofosoma*. El sulfuro del agua de la chimenea permite que las bacterias produzcan materia orgánica, de la que,



**Fig. 5.** Los gusanos tubícolas de las comunidades cercanas a las fuentes hidrotermales submarinas, como *Riftia pachyptila*, contienen órganos en los que hay bacterias simbióticas, que realizan quimiosíntesis y les proporcionan materia orgánica de la que se alimentan.

a su vez, se alimentan los gusanos. De hecho, estos gusanos no poseen ni boca ni sistema digestivo. El penacho plumoso actúa a modo de branquia, intercambiando dióxido de carbono y oxígeno, pero también el sulfuro de hidrógeno contenido en el agua y que es esencial para la actividad metabólica de las bacterias simbióticas. Estos gusanos poseen, además, una hemoglobina especial, que se une químicamente al sulfuro de hidrógeno, lo transporta hasta las bacterias y protege al gusano de sus efectos tóxicos.

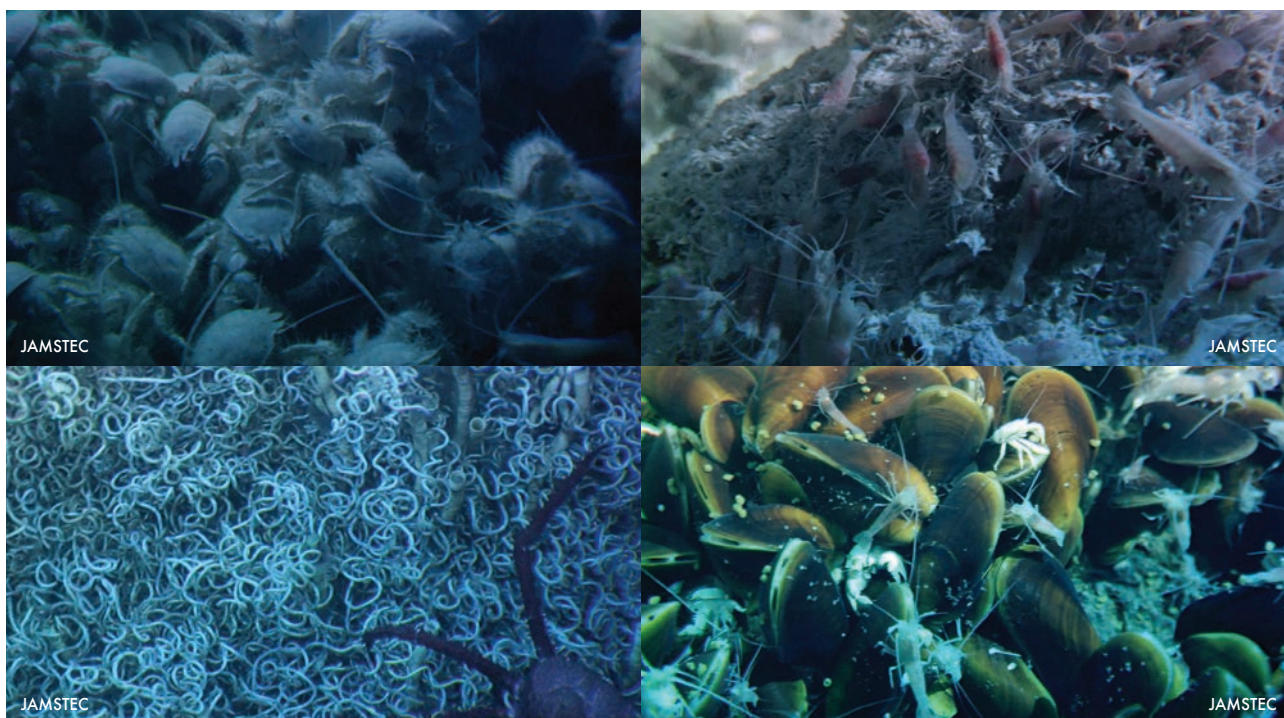
Relaciones simbióticas con bacterias también se han observado en un tipo de cangrejos blancos (*Shinkaia crosnieri*) que habitan ese entorno, se alimentan de las bacterias que proliferan en sus pinzas, o mordisquean los tentáculos de los gusanos tubícolas. Grandes agregaciones de mejillones (*Bathymodiolus platifrons*) y almejas de enorme tamaño, que también poseen bacterias simbióticas en sus branquias, se apiñan alrededor de las chimeneas, junto a lapas, poliquetos y nemátodos, que a menudo buscan refugio entre las valvas de estos moluscos. Algunos peces, como los zoártidos o el blenio vivíparo, acuden a alimentarse a estos lugares. Los microorganismos no simbióticos también son una fuente de alimento importante; por ejemplo, para un tipo de camarón (*Rimicaris* sp.), que se alimenta raspando los tapetes microbianos que se forman alrededor de las fuentes hidrotermales.





**Fig. 6.** Ilustración de un ecosistema de fuentes hidrotermales submarinas, con gusanos tubiformes (*Riftia pachyptila*), la lapa (*Lepetodrilus ovalis*) sobre los gusanos, cangrejos (*Bythograea thermydron*), el pez *Thermarces cerberus* y los bivalvos (*Calyptogena magnifica* y *Bathymodiolus thermophilus*).

Cada sistema de chimeneas posee diferentes animales propios del lugar; así, por ejemplo, en las chimeneas de la dorsal central del Atlántico no hay almejas gigantes, pero sí viven grupos de camarón enjambre que comen bacterias fijadoras de sulfuro. Nuevas e inusuales especies son constantemente descubiertas en estas zonas, como un tipo de gasterópodo que usa compuestos sulfúricos en vez de carbonato cálcico para algunas estructuras de su cuerpo. Por tanto, a pesar de las duras condiciones, las fuentes hidrotermales son uno de los ecosistemas más productivos que existen.



**Fig. 7.** Fotografías de algunos de los animales que podemos encontrar en fuentes hidrotermales submarinas: (de ↑ a ↓ y de ← a →) el cangrejo *Shinkaia crosnieri*, la gambita *Alvinocaris longirostris*, el gusano *Alaysia* sp y el mejillón *Bathymodiolus platifrons*.