

# Primera detección de moléculas con silicio y azufre en eta Carina, una potente estrella de gran masa a punto de explotar como supernova

*Un equipo internacional de investigadores, co-liderado por el Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA, ha descubierto las primeras moléculas de silicio y azufre en eta ( $\eta$ ) Carina. Se trata de la primera detección de moléculas de este tipo alrededor de una estrella evolucionada tan masiva.*

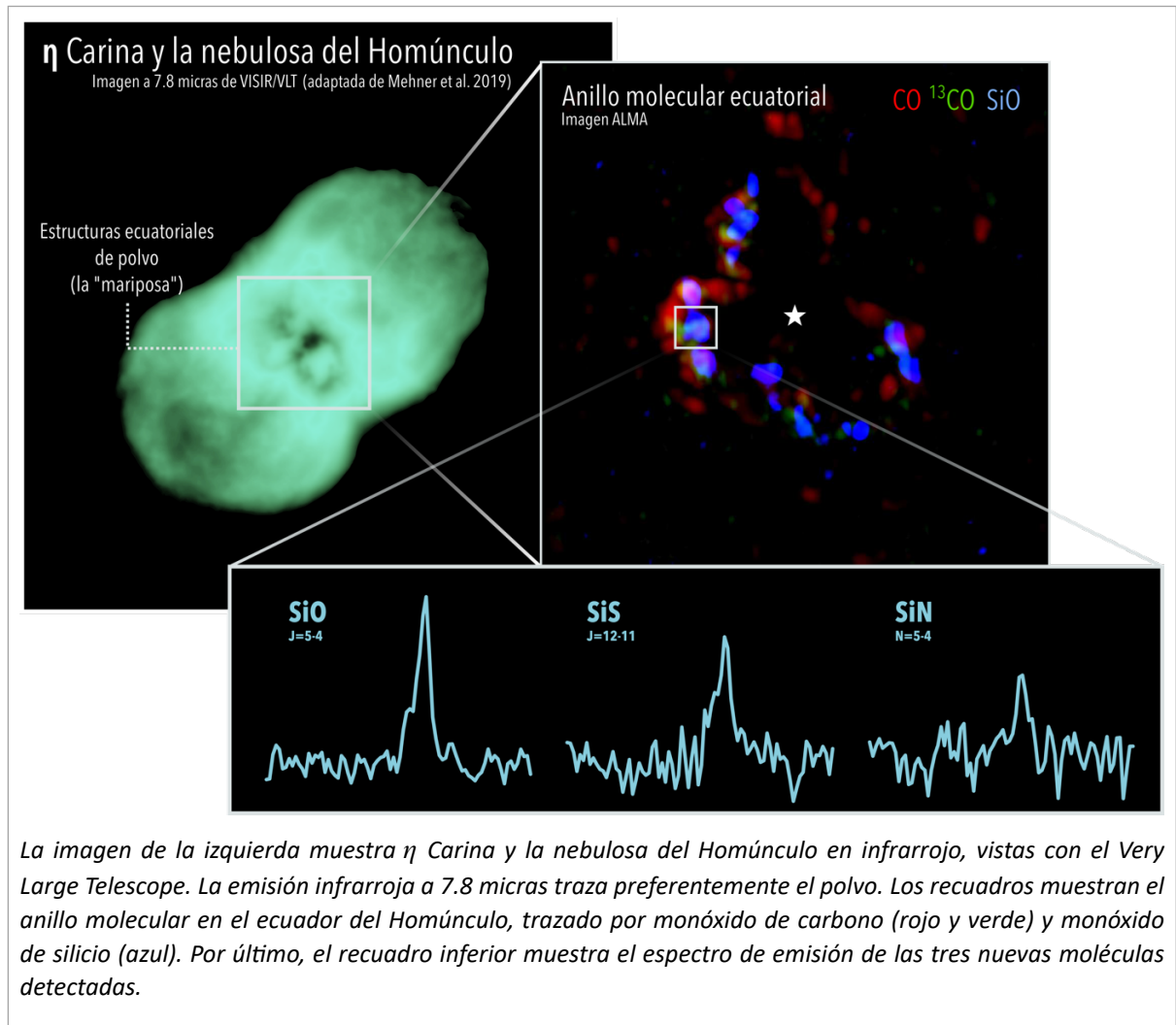
$\eta$  Carina es una estrella binaria de altísima masa (puede que más de 100 veces la masa del Sol) que se encuentra en las etapas finales de su vida, a punto de explotar como supernova. Ha fascinado a los astrónomos desde mediados del siglo XIX, cuando sufrió un violento estallido que la convirtió en la segunda estrella más brillante del cielo durante algunos años. Este evento, conocido como la “Gran Erupción”, expulsó grandes cantidades de gas y polvo a velocidades de hasta 700 km/s, formando la conocida Nebulosa del Homúnculo.

Mientras que estrellas como el Sol fabrican en su núcleo los elementos más ligeros, las estrellas masivas son las responsables de la existencia de todos los elementos pesados del Universo. Todos los elementos hasta el hierro se forman por fusión nuclear en el interior de estas poderosas estrellas, y los más pesados que el hierro en la explosión final como supernovas.

El material expulsado en la Gran Erupción fue formando moléculas a medida que se alejaba y enfriaba de la estrella, que luego coagularon en granos de polvo. La mayor parte de este material (gas molecular y granos de polvo) se concentra en un anillo ecuatorial en la cintura del Homúnculo. El polvo protege de la radiación ultravioleta de la estrella al gas en el que está inmerso, y favorece la supervivencia de moléculas, aunque también es posible que suministre “materia prima” para la formación posterior de otras moléculas.

Debido a la proximidad temporal de la Gran Erupción,  $\eta$  Carina es la estrella con moléculas y polvo en su entorno más potente que se conoce, y la mejor candidata para conocer en detalle cómo operan los diferentes mecanismos físicos y químicos en los alrededores de estas estrellas. Hasta ahora se detectaron y estudiaron una decena de moléculas sencillas en el Homúnculo, todas constituidas por hidrógeno, carbono, nitrógeno y oxígeno, los elementos clave de la síntesis nuclear en estas estrellas.

Ahora, un equipo internacional con importante participación del Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA, utilizando observaciones de muy alta resolución espacial y espectral con el telescopio ALMA (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array) en Chile, han descubierto las primeras moléculas con silicio y azufre en el anillo ecuatorial del Homúnculo: monóxido de silicio (SiO), monosulfuro de silicio (SiS), y nitruro de silicio (SiN). Las tres moléculas se encuentran distribuidas en forma de “grumos” en el anillo ecuatorial, pero preferentemente en su borde interior, en posiciones más próximas a la estrella, como muestra la figura.



La detección de estas moléculas abre un nuevo capítulo en el estudio del ecosistema químico de  $\eta$  Carina, y pone de manifiesto de manera definitiva que la “química de choques” juega un papel fundamental. Moléculas como el monóxido de silicio se forman cuando los granos de polvo son destruidos por el “martilleo” cíclico de los vientos estelares del sistema binario. Estos choques, gobernados por el período orbital del sistema, de aproximadamente cinco años y medio, liberan el silicio gaseoso atrapado en el interior de los granos de polvo. Posteriormente, el silicio se adhiere a átomos de oxígeno, azufre o nitrógeno por medio de diversas cadenas químicas (aún no del todo conocidas), dando lugar a las moléculas descubiertas. Si bien la importancia de los choques en este tipo de estrellas era ya conocida, la ubicación de las moléculas con silicio (como SiO, en azul en la figura), claramente más cerca de la estrella que otras especies previamente descubiertas, como el monóxido de carbono (rojo y verde), supone la primera evidencia directa de la destrucción del polvo por la acción de los vientos estelares de  $\eta$  Carina. Este hallazgo tiene implicaciones importantes para comprender el ciclo de vida del polvo en un entorno aparentemente hostil como éste, lo cual a su vez es clave para explicar la supervivencia de moléculas bajo condiciones extremas (altas temperaturas y campos de radiación muy intensos).

Además de tratarse de la primera detección de moléculas de silicio y azufre en una estrella de este tipo, las abundancias medidas de monóxido y monosulfuro de silicio son inusualmente bajas, al menos diez veces inferiores a las que se encuentran habitualmente en estrellas de masa intermedia. Sorprendentemente, el nitruro de silicio, una molécula

excepcionalmente rara y pocas veces observada en el espacio, es la más abundante de las tres, reflejando probablemente la peculiar composición química del Homúnculo, muy rico en nitrógeno.

Este descubrimiento muestra a  $\eta$  Carina, una vez más, como la más peculiar de las estrellas masivas evolucionadas. Su química molecular, unida a sus excepcionales condiciones físicas, hacen de este objeto un escenario único para poner a prueba los modelos de formación y destrucción de moléculas, e investigar —casi en tiempo real— la interacción entre los vientos de las estrellas evolucionadas más masivas y su entorno. Además, la presencia de moléculas con silicio obliga a reformular el papel de estas estrellas moribundas como “fábricas” de polvo y moléculas, lo cual tiene importantes consecuencias astrobiológicas.

## Más información:

- [Artículo](#) publicado en *Astrophysical Journal Letters*: “*First detection of silicon-bearing molecules in  $\eta$  Car*”; Bordiú, Rizzo, Bufano, y colaboradores; ApJL 939, L30.
- [Nota de prensa](#) publicada en el Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Italia.